

文章编号:1671-4814(2014)02-130-06

巴布亚新几内亚构造演化与找矿潜力*

王天刚,姚仲友,黄 宾,朱意萍,赵晓丹

(南京地质矿产研究所,江苏 南京 210016)

摘要:巴布亚新几内亚在大地构造位置上位于欧亚板块、印度-澳大利亚板块和太平洋板块的结合部位。本文介绍了自晚白垩世以来巴布亚新几内亚经历的复杂地质构造演化过程,不同板块间的汇聚、碰撞、俯冲和拆离、扩张等地质作用形成了以区内南部克拉通、中部褶皱带及北部岛弧带为特点的地质构造单元,在区内形成了具有活动大陆边缘特色的成矿系统,对寻找以斑岩型和浅成低温热液型铜金矿、红土型镍矿为主要成矿类型具有重要意义。

关键词:矿床类型;构造单元;构造演化;找矿潜力;巴布亚新几内亚

中图分类号:P541

文献标识码:A

1 概述

巴布亚新几内亚在大地构造位置上位于欧亚板

块、印度-澳大利亚板块和太平洋板块的结合部位(图 1),除以上三大板块外,巴布亚新几内亚区内还有南、北俾斯麦海板块、所罗门海板块、加洛林板块

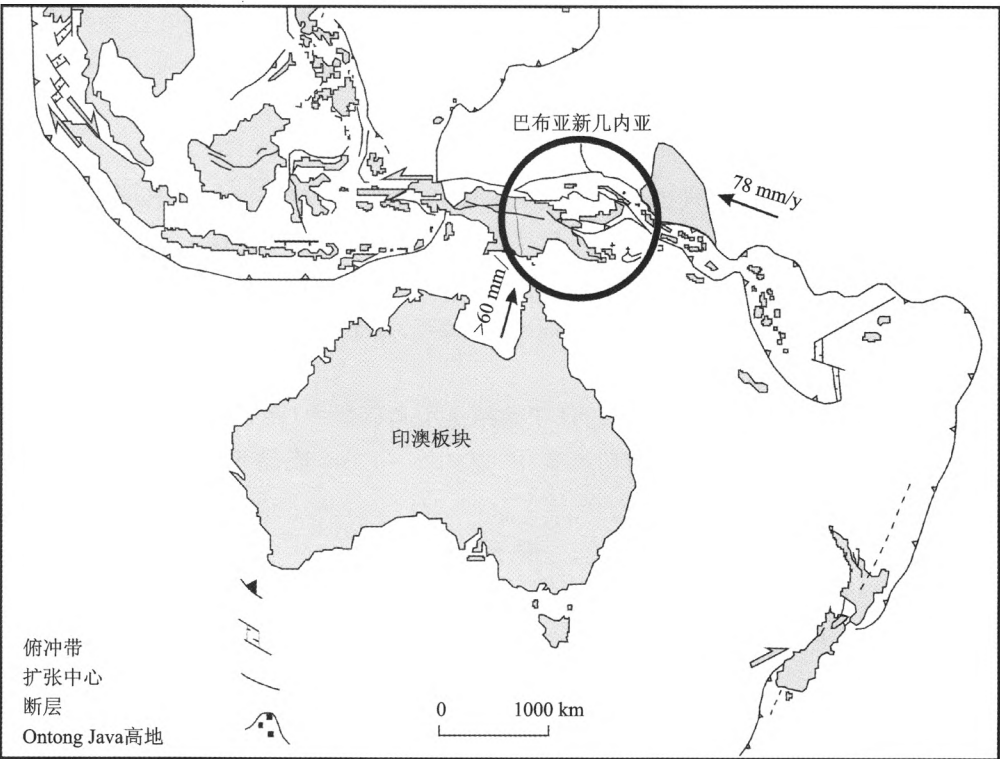


图 1 巴布亚新几内亚大地构造位置^[8]

Fig. 1 Tectonic position of Papua New Guinea

* 收稿日期:2013-08-30 改回日期:2013-10-08 责任编辑:谭桂丽
基金项目:本文系地质调查项目《西南太平洋重要矿床地质背景、成矿作用和找矿潜力》(项目编号:12120114010501)部分研究成果。
第一作者简介:王天刚,1983 年生,男,博士,助理研究员,从事区域成矿规律和矿床地球化学研究。Email:wangtg1899@gmail.com。

等微板块,板块间的汇聚、碰撞、俯冲和拆离、扩张等地质作用,形成了研究区复杂的沟-弧-盆体系^[1]。该区域是现今地壳运动最活跃、各类地质作用最强烈的地区之一,区内广泛发育斑岩型铜金矿床及与其有关的浅成低温热液金矿^[2-7],具有良好的找矿前景^[8]。

2 巴布亚新几内亚构造单元

巴布亚新几内亚地质构造格架如图 2 所示。由图 2 可知,巴布亚新几内亚在地质构造上分为南部的弗莱地台、中部的新几内亚造山带和北部的新几内亚群岛地体(美拉尼西亚弧)3 个区片^[1,9-11],其中新几内亚造山带包括西部造山带和东部造山带两部分。

2.1 弗莱地台

弗莱地台位于新几内亚岛西南部,与澳大利亚大陆相连接,北部以巴布亚逆冲断层与巴布亚新几内亚造山带为界(图2)。弗莱地台基底为澳大利亚克拉通一部分^[12],其上部盖层沉积主要为一套巨厚的、近于水平且大部分未变形的三叠纪至第三纪滨海相和大陆架相的海相沉积岩,它们被第四纪磨拉石堆积覆盖,后者来自北面上升的中央山脉,向南颗粒逐渐变细^[1]。该地台总体上未受区域内新生代造山活动影响,但在地台北部发生了较明显的变质变形作用。

弗莱地台中北部被第四纪火山碎屑岩、火山泥流堆积物和改造过的冲积物覆盖,这些冲积物来自于火山及伴生的寄生火山锥(Mt Murray, Mt Sisa 和 Mt Bosavi)。

2.2 新几内亚造山带

新几内亚造山带位于新几内亚岛中部,南部为弗莱地台,北部以拉穆-马克汉姆断层与美拉尼西亚岛弧为界(图2)。该造山带是一个复杂地体,主要形成于中生代,由多个规模较小的地体经弧陆碰撞拼贴形成^[10],分为西部造山带和东部造山带两部分。主要出露岩石为经历褶皱逆冲变形的变质沉积岩、岛弧岩浆喷出岩、侵入岩以及仰冲的陆壳^[13]。

2.2.1 西部造山帶

西部造山带位于新几内亚岛中部中央山脉南北两侧,主要由南部的巴布亚褶皱带与北部的新几内亚逆冲褶皱带组成,二者以新几内亚逆冲断层为界。

巴布亚褶皱带位于中央山脉南麓,为一长条状SE走向地体,主要出露巨厚的上三叠世-第三纪末期经历褶皱化并发育逆冲断层的海相沉积岩。带内西部出露与 Maramuni 弧有关的晚中新世至更新世侵入体。新几内亚逆冲褶皱带位于中央山脉的北麓,为前陆逆冲褶皱带,北部以 Ramu-Marckham 断裂带, Bewani-Toricelli 地体和 Finisterri 地体为界,东部为 Aure 变形带。该逆冲褶皱带可分为两个亚带,北带岩石为中级变质沉积岩, Sepik 弧岩浆事件

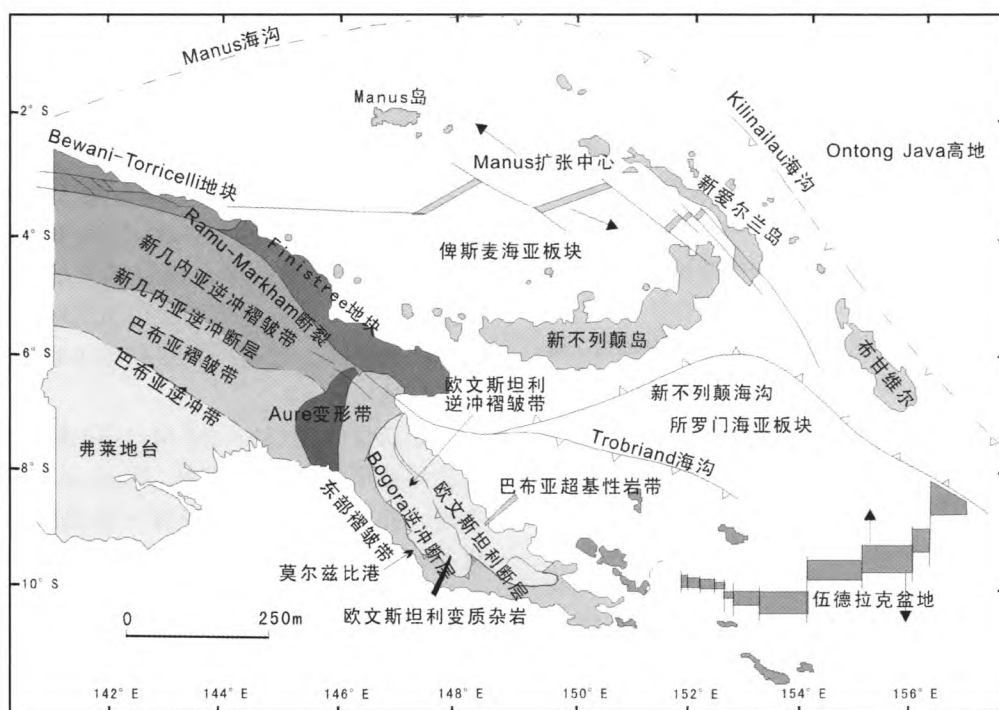
图 2 巴布亚新几内亚构造单元^[8]

Fig. 2 Tectonic units of Papua New Guinea

侵入岩(30~22Ma, 渐新世末到中新世初^[14]); 南带岩石主要为低级区域变质沉积岩, Maramuni 弧岩浆侵入岩(16~10Ma 侵位, 早中新世末延续到晚中新世初, 最近被认为可延至上新世)^[1]。这两个带沿中央山脉山麓 EW 向低角度网状交织断裂系为分界, 但具体界限仍不清楚。该逆冲褶皱带北部边界局部被巨厚的上新世沉积岩覆盖, 向东扩展到拉穆(Ramu)河中游, 并覆盖了原本向西延伸的拉穆-马克汉姆(Ramu-Marckham)断裂带以及断裂带下方高级变质岩。

2.2.2 东部造山带

东部造山带位于巴布亚半岛上, 主要由南部的东部褶皱带和北部的欧文斯坦利逆冲褶皱带组成, 两者以 Bogoro 逆冲断层为界, 此外巴布亚群岛、Aure 变形带也属于该带^[15]。东部褶皱带是巴布亚南海岸由褶皱沉积岩组成的地带。带内地层主要为白垩纪海相沉积岩, 包括浅海沙质灰岩, 深水灰岩, 碧玉岩和沉积于大陆裂谷环境的陆源浊积岩, 这些岩石在渐新世至中新世中晚期强烈褶皱变质。区内岛弧火山作用不强烈, 仅出露少量中新世凝灰岩和上新世安山质集块岩。

欧文斯坦利逆冲褶皱带是大陆板块与海洋板块碰撞产生的部分增生楔, 由欧文斯坦利变质杂岩和上覆巴布亚超基性岩带组成, 两者以欧文斯坦利断层为界。欧文斯坦利变质杂岩为一套白垩纪厚层陆源细粒海相沉积物, 主要岩石类型为板岩、砂泥质和少量含凝灰质的千枚岩、大理岩, 砾岩和细碧岩; 巴布亚超基性岩带出露于 Owen Stanley 断裂系的上盘, 沿巴布亚半岛北海岸在巴布亚群岛出露, 岩性主要为橄榄岩。区内岩浆岩有上新世的英云闪长岩侵入及中上新世的火山岩, 主要出露于巴布亚超基性岩带内。此外带内也分布与 Maramuni 岩浆弧有关的侵入岩, 如 14.5~12Ma 的 Morobe 花岗闪长岩体。

巴布亚群岛地体是巴布亚半岛向东的延伸, 包括 D'Entrecasteaux 群岛, Louisiade 群岛, Woodlark 岛等。这些岛沿着所罗门海两个 NEE 伸展的高地分布, 基底为古老的变质岩, 地表见珊瑚礁, 岩浆活动和成矿作用发生在上新世和更新世。

Aure 变形带是由走向南北近水平的紧密褶皱和平行断层组成, 西部和东部边界分别为 Aure 和 Sunshine 断层。区内岩石主要为早中新世至第四纪沉积岩。该变形带被认为是渐新世中期到中新世中期巴布亚盆地的分支, 发生褶皱因而褶皱强度从下到上逐渐减弱。

2.3 美拉尼西亚火山弧和洋壳

该带由位于巴布亚新几内亚造山带北侧的 Be-

wani-Toricelli 地体和 Finisterri 地体, 及其北部的新几内亚群岛火山岛弧带等一系列被肢解的岛弧组成。

Bewani-Toricelli 地体的基底为中生代变质岩, 山脉以分布始新世海底火山岩和晚更新世岛弧火山岩为主, Finisterri 地体位于 Adelbert-Finisterre-Sarawaget 山脉, 岩石以始新世和渐新世的燧石质泥岩和火山沉积岩为主, 向上过渡为厚层的弧后或弧外裂谷有关的火山岩, 其上被厚层生物碎屑灰岩覆盖。这些火山岩包括 Huon 超群的海相和陆相火山熔岩及集块岩, Huon 超群含有 Finisterre 火山岩。Finisterre 火山岩与来陆相沉积岩楔及深海沉积岩形成互层, 是同源岩浆的基性和超基性侵入岩。

新几内亚群岛火山岛弧中岩石主要为始新世至更新世海底玄武岩, 安山岩以及伴生的沉积岩, 向上过渡为上新世含砾岩的沉积岩, 并伴有断裂活动。新不列颠岛是典型代表, 由晚始新世玄武质—安山质熔岩、角砾岩和沉积岩构成基底地层, 被渐新世岛弧火山岩以及 30~22 Ma 的同源岩浆侵入岩覆盖。中新世火山活动的缺失, 表现为广泛分布的喀斯特地貌, 局部为厚层灰岩。

3 巴布亚新几内亚构造演化史

古生代至中生代, 巴布亚新几内亚处于活动大陆边缘和岛弧环境。沿大陆边缘发生大洋板块对大陆及岛弧的俯冲和增生。近海因洋内俯冲产生岛弧并发生弧陆碰撞, 大陆边缘不断发生裂解并导致裂谷化, 继而产生新的岛弧。新几内亚造山带的形成主要以洋壳俯冲运动和弧陆碰撞事件为动力^[9-11, 16-19](图 3)。

古新世时期(66~55 Ma): 澳大利亚克拉通北部边缘经历了广泛的裂谷化, 伴随着珊瑚海海盆的打开, 在珊瑚海西北部形成了多个小型海盆。东巴布亚复合地体由东巴布亚火山弧与欧文斯坦利地体的碰撞而形成。此时一些规模较小的地体开始拼贴到克拉通上。

始新世时期(55~34 Ma): 印澳板块向北迅速移动导致珊瑚海停止打开, Uyaknji 小海盆也随之关闭。此时在洋壳内部发育一条北倾的俯冲带, 形成 Sepik 弧, 一系列规模较小的地体已经完全拼贴到克拉通上。

渐新世时期(34~23.8 Ma): Sepik 弧在晚始新世至中晚渐新世增生到澳大利亚克拉通之上并与其发生碰撞, 碰撞导致地层隆升和白垩纪海相沉积岩发生变质, 并使岛弧火山作用终止, 在东部的巴布亚复合地体已经增生到克拉通上。随着碰撞的进行, 渐新世末期在克拉通和增生地体的北缘发育一条向

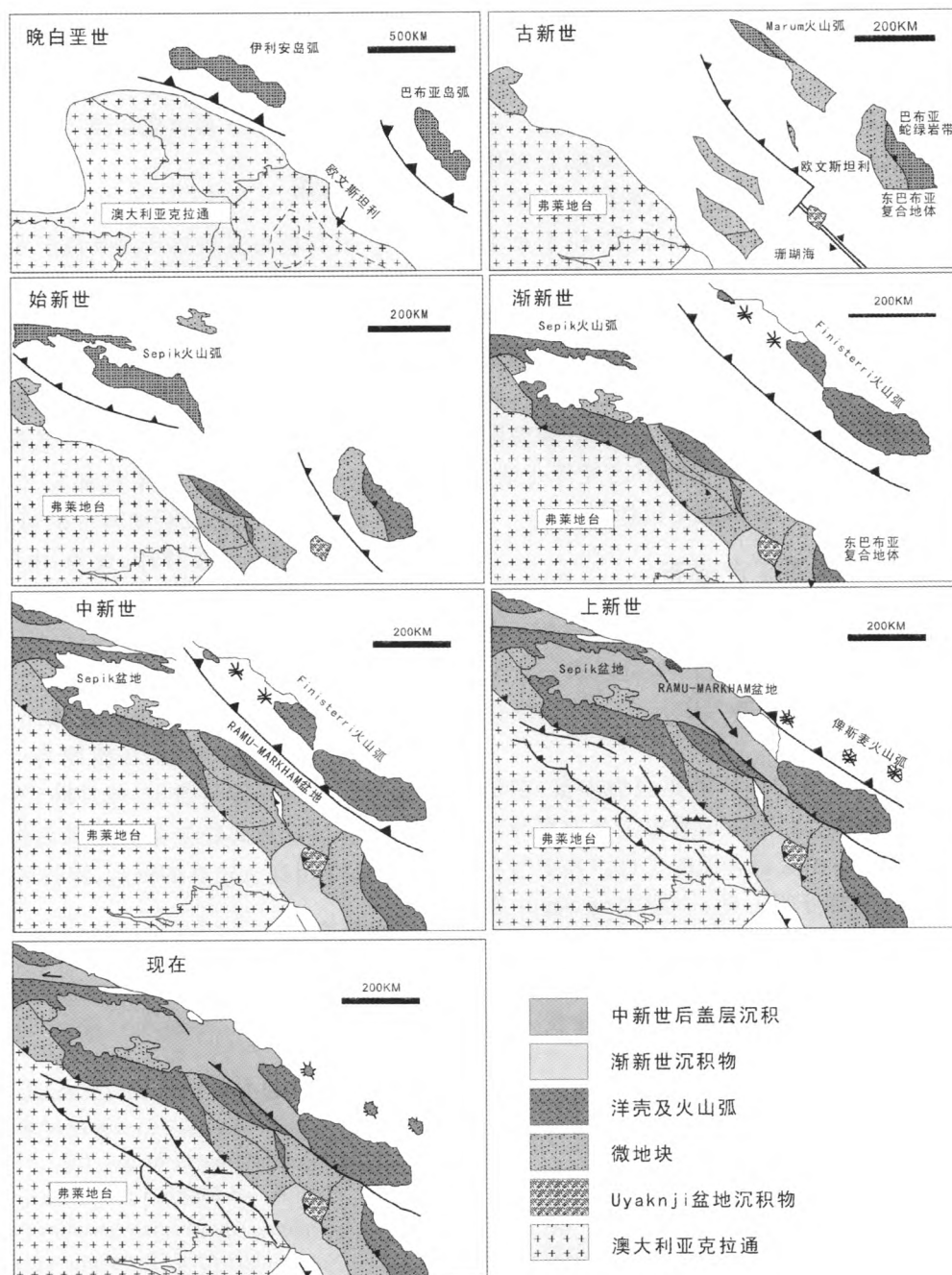
图 3 新几内亚岛构造演化过程图^[8]

Fig. 3 Tectonic evolution process of New Guinea island

南倾的俯冲带,在巴布亚造山带内形成了 Maramuni 大陆岩浆弧。始新世末期,在澳大利亚克拉通北方较远处西南倾的俯冲带(Kilinaillau 海沟)开始活动,此时开始形成新几内亚群岛。

中新世时期(23.8~5.5 Ma):在几内亚岛上早中新世 Finisterre 弧与克拉通碰撞,在碰撞过程中发育 Ramu-Markham 前陆盆地。在渐新世到中中新世,由于受 Ontong Java 台地影响,Kilinaillau 俯冲带逐步关闭,新几内亚群岛的安山质火山作用在晚中新世停止活动。所罗门海南西的 Trobriand 海

沟发展了南东倾向的俯冲带,与 Maramuni 弧以北的海沟走向延伸部位接近,该海沟在中新世中期衰减,而向北的俯冲带沿着新不列颠海沟诞生。此时,向北倾的新不列颠海沟和澳大利亚克拉通边缘的 Trobriand 海沟两者不断消减所罗门海亚板块。

上新世时期:俾斯麦火山弧与克拉通碰撞引发了新几内亚造山带内部大规模岩浆侵入活动以,在 Finisterre 地体和澳大利亚克拉通前陆(巴布亚褶皱带)发育逆冲断层。在新几内亚群岛,沿新不列颠海沟发生的俯冲仍在继续,引发了上新世岩浆作用活

动。

上新世至今:与俾斯麦火山弧碰撞继续造成垂直造山带的地壳缩短,产生 Finisterre 山脉、巴布亚褶皱带活动逆断层以及两者间转换挤压断层。沿所罗门群岛之下的新不列颠海沟和相邻的北-东倾圣克里斯托瓦尔海沟俯冲仍在进行,俯冲造成了上新世大量的岩浆活动。从 3.5 Ma 至今,位于新不列颠以北的马努斯(Manus)盆地受盆地东部的海底扩张作用和发育于相关转换断层上的右行走滑位移动影响,盆地东部打开。在美拉尼西亚最外围的利希尔岛链与该俯冲并无直接关系,而是由俯冲的所罗门海亚板块在弧后形成的张性裂隙,岩浆沿着裂隙喷出形成了岛链,Kilinaillau 海沟此时已经停止活动,其深断裂对于该岛链的形成起定位作用。

4 巴布亚新几内亚矿产分布

从巴布亚新几内亚区域地层和构造演化特征可知,巴布亚新几内亚造山带自白垩纪以来一直处于大陆边缘环境,各个构造单元中具有大陆边缘特色的成矿作用。

新几内亚造山带内矿产资源极为丰富,也是勘探程度较高的地区。西部造山带中主要发育与岩浆弧有关的矿化及与蛇绿岩有关的矿化。其中与岩浆弧有关的矿化主要分为三期:一期为与 Sepik 岩浆弧(30~22 Ma)有关的矿化,该期矿化表现为中小型的金矿化;二期为较新的与 Maramuni 岩浆弧(17~10 Ma)有关的矿化,该期矿化与中性侵入体有关,表现为斑岩型和浅成低温热液型矿化,主要矿床有:Frieda River^[18]、Yandera^[5]等;最后一期为与后期岩浆活动有关,表现为斑岩-矽卡岩-浅成低温热液型矿化,主要矿床有 Porgera、OkTedi 等。区内与蛇绿岩有关的矿化多发生在中央山脉北部仰冲的上地幔和洋底火山岩中,发育 Ni 矿化,主要的矿床为拉穆红土型 Ni-Co 矿。东部造山带中的东部褶皱带发育少量海底块状硫化物型矿化,矿化发生在硅质碳酸盐质岩中。在莫尔兹比港附近发育锰矿化,欧文斯坦利逆冲带的变质杂岩带中金矿化发育,矿化发生在侵入岩与变质沉积岩的接触部位或火山通道中,形成浅成低温热液型金矿床,主要矿床有 Morobe 金矿^[21]、Tolukuma 金矿^[22],而巴布亚超基性岩带中主要发育与始新世英云闪长岩有关的金矿化,该带内也发育与超基性岩有关的红土型 Ni-Co 矿;巴布亚群岛主要发育浅成低温热液型金矿,以及冲积型和残积型金矿,矿化多与侵入岩体或者火山岩有关。

新几内亚群岛内主要发育与侵入岩及火山岩有关的斑岩型和浅成低温热液型铜金矿床,在某些矿

床内,两种成矿作用相伴生形成规模较大的金矿床,例如利希尔岛的 Ladolam 金矿^[7]。在马努斯岛南部的马努斯海盆中,发育与火山岩有关的块状硫化物型 Cu-Pb-Zn 多金属矿床^[23-25]。

5 结论

(1)巴布亚新几内亚位于太平洋板块、欧亚板块和印度澳大利亚板块交接部位,构造位置独特,根据其区域地质特征可分为三个不同的构造单元:弗莱地台、新几内亚造山带、美拉尼西亚岛弧。

(2)巴布亚新几内亚自晚白垩世以来经历了复杂的构造演化过程,形成了一系列沟-弧-盆体系,特别是在新几内亚造山带内部发育了多期岩浆活动,形成了三期与岩浆活动有关的斑岩-矽卡岩-浅成低温热液型铜金成矿作用,此外,由于洋壳拼贴作用及后期的风化淋滤作用在造山带内还形成了红土型镍钴矿化。

(3)巴布亚新几内亚的铜金矿床分布比较集中,主要产出于碰撞造山带和岛弧上,其次产出于现代海底扩张中心。所以,在俯冲与火山岛弧(岩浆弧)形成、弧陆碰撞与造山、俯冲陆壳折返-岩浆侵入-矿化、弧后盆地海底扩张和岛链高钾岩浆作用等多种地质作用具有较好的铜金、镍找矿前景。

参考文献

- [1] D. B. Dow. A geological synthesis of Papua New Guinea[M]. Canberra: Australian Govt. Pub. Service. 1977.
- [2] Bamford R W. The Mount Fubilan (Ok Tedi) porphyry copper deposit, Territory of Papua and New Guinea [J]. Economic Geology, 1972,67(8): 1019-1033.
- [3] Hine R and Mason D. Intrusive rocks associated with porphyry copper mineralization, New Britain, Papua New Guinea [J]. Economic Geology, 1978, 73 (5): 749-760.
- [4] Mason D and McDonald J. Intrusive rocks and porphyry copper occurrences of the Papua New Guinea-Solomon Islands region; a reconnaissance study [J]. Economic Geology, 1978, 73(5): 857-877.
- [5] Titley S, Fleming A, Neale T. Tectonic evolution of the porphyry copper system at Yandera, Papua New Guinea [J]. Economic Geology, 1978, 73(5): 810-828.
- [6] F. E. Hughes. Geology of the mineral deposits of Australia and Papua New Guinea [M]. Melbourne: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy. 1990.
- [7] Müller D, Kaminski K, Uhlig S. The transition from porphyry-to epithermal-style gold mineralization at Ladolam, Lihir Island, Papua New Guinea: a reconnaissance study [J]. Mineralium Deposita, 2002, 37

- (1): 61-74.
- [8] Williamson A and Hancock G. The geology and mineral potential of Papua New Guinea[M]. Port Moresby: Papua New Guinea Department of Mining. 2005.
- [9] Pigram C and Davies H. Terranes and the accretion history of the New Guinea orogen[J]. BMR Journal of Australian Geology and Geophysics, 1987, 10: 193-211.
- [10] Pigram C and Symonds P. A review of the timing of the major tectonic events in the New Guinea Orogen [J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1991, 6(3): 307-318.
- [11] Abbott L D, Silver E A, Thompson P R. Stratigraphic constraints on the development and timing of arc-continent collision in northern Papua New Guinea[J]. Journal of Sedimentary Research, 1994, 64(2b): 169-183.
- [12] Rogerson R, Hilyard D, Francis G. The foreland thrust belt of Papua New Guinea[J]. Proc. Pac. Rim Congr, 1987, 87: 579-583.
- [13] Audley Charles M. Tectonics of the New Guinea area [J]. Annual review of earth and planetary sciences, 1991, 19: 17-41.
- [14] Rogerson R, Hilyard D, Finlayson. The geology and mineral resources of the Sepik headwaters region, Papua New Guinea[R]. Port Moresby: Geological Survey of Papua New Guinea. 1987.
- [15] Pieters P. Port Moresby-Kalo-Aroa, Papua New Guinea 1: 250, 000 Geological Series Explanatory Notes[R]. Melbourne: Bureau of Mineral Resources Australia. 1978.
- [16] Abbott L D. Neogene tectonic reconstruction of the Adelbert-Finisterre-New Britain collision, northern Papua New Guinea [J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1995, 11(1): 33-51.
- [17] Davies H, Winn R and KenGemar P. Evolution of the Papuan Basin-a view from the orogen[M]. 1996.
- [18] Espi J O, Kajiwaru Y, Hawkins M A. Hydrothermal Alteration and Cu - Au Mineralization at Nena High Sulfidation - type Deposit, Frieda River, Papua New Guinea[J]. Resource Geology, 2002, 52(4): 301-313.
- [19] Van Ufford A Q and Cloos M. Cenozoic tectonics of New Guinea[J]. AAPG Bulletin, 2005, 89(1): 119-140.
- [20] Richards J P and Kerrich R. The Porgera gold mine, Papua New Guinea; magmatic hydrothermal to epithermal evolution of an alkalic-type precious metal deposit. Economic Geology, 1993, 88(5): 1017-1052.
- [21] Sillitoe R H, Baker E M and Brook W A. Gold deposits and hydrothermal eruption breccias associated with a maar volcano at Wau, Papua New Guinea[J]. Economic Geology, 1984, 79(4): 638-655.
- [22] Semple D G, Corbett G J, Leach T M. The Tolukuma gold-silver vein system, Papua New Guinea[A]. Pacific Rim Congress Proceedings[C]. Melbourne: Australasian Institute of Mining and Metallurgy. 1995.
- [23] Birney K, Griffin A, Gwiazda J. Potential deep-sea mining of seafloor massive sulfides: A case study in Papua New Guinea[D]. Santa Barbara: Donald Bren School of Environmental Science and Management. 2006.
- [24] Moss R and Scott S D. Geochemistry and mineralogy of gold-rich hydrothermal precipitates from the eastern Manus Basin, Papua New Guinea[J]. The Canadian Mineralogist, 2001, 39(4): 957-978.
- [25] 张书东,陈魁英. PACMANUS 英安岩基质上的热液矿床: 古火山成因块状硫化物成矿环境类比[J]. 海洋信息, 1994: 7.

Tectonic evolution and Resource potential of Papua New Guinea

WANG Tian-gang, YAO Zhong-you, HUANG Bin, ZHU Yi-ping, ZHAO Xiao-dan

(Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016, China)

Abstract: Papua New Guinea, which is located at the triple joint of the Eurasian plate, the Indian — Australian plate and the Pacific plate, experienced complicated tectonic evolution process since Late Cretaceous. Plate convergence, collision, subduction, detachment and spreading caused to form geologic tectonic units characterized by southern craton, central fold belt and northern island arc belt in the area, forming the metallogenic system with characteristics of the passive continental margin, being importantly significant for the ore prospecting of copper-gold deposits of porphyry and epithermal types and nickel deposit of lateritic type.

Key words: ore deposit type; geological framework; tectonic evolution; prospecting potential; Papua New Guinea.