

缅甸地体构造与成矿作用

张羽佳¹, 吴承泉^{2*}, 徐进鸿², 李溪遥², 靳子茹², 张正伟²

(1. 河南省地质研究院, 河南 郑州 450016; 2. 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, 贵州 贵阳 50081)

缅甸北部的带状地质构造现象明显, 若按构造地貌的形态单元可划分出西部若开滨海平原、那加-若开山脉带、中部平原带和东部高原区带。若按地质构造单元可划分出若开滨海新生代盆地、那加-若开山脉带、西缅地块、抹谷-毛淡棉地体、选缅甸马苏地块、因他暖地体和素可泰地体。成矿类型主要有 7 大类型: (1)与俯冲带混杂堆积有关的超基性岩及其铬、镍、铂等岩浆矿床(含风化残积); (2)与古近纪沉积有关的能源矿产; (3)与花岗岩类有关的热液型钨、锡以及铜、铋等矿床; (4)与碳酸盐岩有关的层状和层控型铅、锌、银矿床; (5)与火山沉积作用有关的锰、铁矿床; (6)与构造-热液作用有关的造山型金矿和多金属矿床; (7)与变质岩有关的宝石、玉石矿床。在空间分布上, 矿床形成作用受制于地块或地体的构造演化, 其演化过程与古-新特提斯构造转换作用密切相关。

若开滨海新生代盆地位于耶道-济盖断裂带以西, 它属于印度-孟加拉新生代盆地的南延部分, 主要分布巨厚的第三系中新统浅海相页岩、粉砂岩和砂岩(Sawant et al., 2017)。若开邦切杜巴(Cheduba)岛附近已发现 SE-NW 向构造的油气田(Barber et al., 2017)。

那加-若开山脉带夹于耶道-济盖断裂带和吉灵庙-卑谬断裂之间, 是一个喜马拉雅期构造带(Singh, 2013), 发育有向西推覆的大型逆冲断裂及紧密褶皱, 其褶皱带基本上由古近纪复理石沉积组成, 褶皱基底被识别为构造混杂岩带(Ghosh et al., 2018)。出露地层为上三叠统、白垩系、第三系, 并且部分地层已被变质-变形(Gardiner et al., 2015)。在 Mindat 地区发现了赋存在变质-变形带绿片岩中的铁、铜硫化物矿床。沿构造带的东麓出露白垩纪的蛇纹石化橄榄岩及辉橄岩(蛇绿岩锆石 U-Pb 年龄~130Ma?), 暗示存在新特提斯缝合带(Liu et al., 2016)。铬铁矿化产生于蛇纹岩中, 如 Thayermyo 风化残积型铬铁矿和太公当(Tagang Taung)红土型镍矿床。铬镍矿化发生在橄榄岩、方辉橄岩和纯橄岩中, 含 Cr₂O₃ 可达 50%, 如 Mwetaung 岩浆型铬铁矿、钦山(Chin Hills)豆荚状铬铁矿床(含 PGE)和通赞(Tonzang)镍矿床。

西缅地块介于吉灵庙-敏东断裂和实皆断裂带之间, 主要分布南北向展布的新生带盆地, 除了上白垩统卡巴组(Kabaw)零星出现外, 其余多数由新生界地层组成。在新生代盆地中已发现了兴实达(Henzada)、沙林(Salin)和仁安羌(Yenangyaung)等始新世至中新世储油地层。值得注意的是盆地沉积过程中存在早中新世与中中新世存在不整合面, 时间上吻合于东南亚不整合事件(~16Ma?), 被认为是新特提斯汇聚过程中发生的构造转换事件(Robinson et al., 2014)。盆地中部存在一近南北向的弧火山岩带(波帕山-蒙育瓦和辛古地区, 通常被称为 Popae-Loimye 岩浆弧), 主要由安山岩、玄武岩及少量流纹岩、凝灰岩组成, 时代为白垩纪-第四纪, 但以晚第三纪及第四纪为主(1-30Ma, Lee et al., 2016)。Monywa 高硫型 Cu 矿产于火山颈相的黑云母斑岩(~16Ma?)附近, 后者侵入于海相砂岩、泥岩与凝灰岩互层的地层内, 在斑岩体中以细脉浸染状矿化为主, 而在火山岩中则以网脉状矿化为主, 类似的矿床还有 Kyingwa Taung、Sabe Taung 和 Letpadaung 等产地。文多(Wuntho)古近纪花岗闪长岩体附近已发现火山岩裂隙细脉充填为主铜多金属硫化物矿床, 以及 Shangalong 斑岩型 Cu-Au 矿床和 Kyaukpatho 沉积岩容矿的浅成热液 Au 矿床。在钦邦地区, 发现蛇纹石化超基性岩中含有岩浆型铜矿并与铬铁矿相伴生。这个新生代盆地沉积与岩浆活动的地质景观被认为是新特提斯洋壳俯冲导致的弧-盆系统, 然后又被新近纪右旋实皆断层平移作用所叠加的结果(Bertrand et al., 2001)。盆地基底被确认存在前寒武系结晶岩系, 仅出露在西缅地块北部的道茂一带, 其中的超镁铁质岩受高压变质作用形成硬玉(Hpakant Jade Belt), 形成时代被认为古近纪。

基金项目: 国家自然科学基金重点支持项目 (批准号: No. 9195209; U1603245)

第一作者简介: 张羽佳, 女, 1985 年生, 硕士, 主要从事旅游地质与文创研究。

选缅甸马苏地块的基底为下-中元古代抹谷系，盖层为晚元古界-中下寒武统昌马支系，不整合上覆上古生界地层，零星出露中生界地层和新生界山间盆地沉积地层(Burrett et al., 2014)。在前古生代地层中含有与沉积变质作用有关的层控型铁矿床，主要包括 Kya-Twinye、Yebu、Paungpet 铁矿床。在地块内部的岩浆活动主要有加里东-华力西期的酸性侵入岩和喷出岩，进一步暗示它在早古生代就是个具有固定构造单元的地块。地块内火成岩活动有关的层控型 Pb-Zn 矿床，主要包括 Yadana Theingi、Bawdwin、Kalagwe、Longhkeng 和 Ordovician 成矿区。晚寒武世-早奥陶世塔如涛群砂岩的碎屑锆石极其类似于澳大利亚西部的奥陶系 Tumblagooda 砂岩，被认为当时属于冈瓦纳大陆的一部分(Zaw et al., 2014)。地块边缘在中生代发生岩浆活动，形成陆缘弧型岩浆作用有关的热液型铜金矿床(Sabetaung 和 Thayetchaung Cu-Au)；与造山作用有关的金矿床主要包括 Kyaukme、Yewa dome 和 Konni Au 矿床；陆内构造岩浆作用形成与高温变质作用有关的宝石矿，主要包括 Wan Ying、Wan Hatt 和 Mong Hsu 等；在一些断裂构造带形成低温热液型铋矿床(Peinchit Sb)。

抹谷-毛淡棉地体位于选缅甸马苏地块西北边缘的南坎-抹谷-毛淡棉一带(也称为构造-变质-岩浆带)，大致夹持于实皆断裂与掸邦陡崖断裂带之间，出露地层主要包括前寒武系片麻岩和片岩以及混合岩、下古生界细碎屑岩夹火山岩、上古生界碳酸盐岩夹砂岩和页岩，并在其上连续沉积中-下三叠统，然后过渡为白垩纪陆相红层沉积，暗示在晚中生代存在沉积构造转换过程。抹谷-南坎一带有晚元古代花岗岩侵入中-晚元古代地层，暗示存在前寒武纪结晶基底。另外，大量花岗岩的形成于晚中生代，可明显划分为中侏罗世-早白垩世的陆缘弧型花岗岩和晚白垩纪-早始新世的碰撞型花岗岩，暗示在晚中生代存在碰撞-造山事件，形成与碰撞造山活动有关的热液型金矿床，主要包括 Meyon、Modi Taung 金矿床以及 Shante 矽卡岩型 Au-Pb-Zn 矿床。这个构造带产出地壳熔融花岗岩有关的锡矿床，主要包括 Mawchi W-Sn 和 Hermyingyi Sn-W 以及 Yadanabon Sn 矿床。沿构造带西缘的密支那一带出露中侏罗世-白垩纪的蛇纹石化橄榄岩及辉橄岩(蛇绿岩锆石 U-Pb 年龄~171-173 Ma?)，暗示可能存在中特提斯缝合带(Liu et al., 2016; Xu et al., 2017)。在抹谷构造变质带形成红土型镍矿床(Tagauung Taung) 和宝石矿(Mogok Gemstone Belt)，其变质变形作用主要发生在新近纪(10-30Ma, Bertrand et al., 2001)。

因他暖地体位于选缅甸马苏地块东南边缘的景栋-因他暖山一带(也称早中生代造山带)，大致夹持于泰国湄萨良断裂与清莱缝合线之间。出露前寒武系-下寒武统正-副片麻岩，包含矽线石-白云母-黑云母片麻岩、巨晶黑云母片麻岩、云母-石英长石层状片麻岩，以及绿片岩相的变质岩(杂砂岩、千枚岩、石英岩和大理岩)，其中正片麻岩的源岩被认为是新元古代弧花岗岩。上覆地层为下古生界和上古生界并且均为平行不整合沉积，然后在古生界与中生界地层之间存在角度不整合间断面，上覆下三叠统南邦群泥岩粉砂岩和泥灰岩，暗示在晚古生代末期存在沉积构造转换过程。在景栋北部出露晚古生代花岗岩可与邻近的临沧海西期花岗岩(351-280Ma)和沧源石炭纪火山岩相对比，并且在清迈一带出露海西期镁铁质超基性岩、蛇绿岩及片麻状黑云母花岗岩，暗示选缅甸马苏地块在脱离冈瓦纳大陆之前存在一期弧岩浆活动。在泰国清莱附近出露晚二叠世-早三叠世的弧火山岩，可能代表当时的陆缘弧构造环境(古特提斯主洋闭合时的西向俯冲作用产物)。然后，大范围的深融 S 型花岗岩形成于中-晚三叠世(244-210Ma, Wang et al., 2018; Cobbing et al., 1986)，构成具有造山性质的低压高温岩浆岩带，暗示古特提斯主洋闭合后构造转换为造山环境，它们被认为是素可泰弧地体与选缅甸马苏地块之间的弧-陆碰撞作用的结果。碰撞造山作用有关的大量 S 型花岗岩产出 Man Mkhсан、Wansala 等 Sn-W 矿床，以及 Yawngo、Damasa、Mong Yang、Pansam 和 Mong Hsat 等矿床。

素可泰地体位于清莱缝合带以东，向北延入段中国境内被称为景洪火山弧带(Li et al., 1991)，向南延入老挝朗南塔-泰国素可泰(Barr et al., 1991)。在缅甸东北部仅含盖孟坎和孟洋地区，在构造上属于岛弧地体。区内出露有前寒武纪的深变质混合岩带，在中国境内称为澜沧群或大勐龙群(含有沉积-变质型铁矿和硅质碳酸盐岩容矿的硅酸锰矿床)。区内缺失下古生代地层，主要发育上石炭统-三叠系陆源碎屑岩、灰岩及火山岩，二叠系-三叠系的英安岩-安山岩-玄武岩等弧火山岩系含有与热水沉积相关的硅酸锰矿床(Mong Hpayak South)以及 Mong Kai、Mong Picain、Hpalo 矿床。中-下三叠统火山岩显示陆缘弧特征，暗示这一岛弧具备大陆基底(Metcalf, 2002; Panjasawatwong et al., 2003)。这些早期地层遭受后期褶皱作用形成 NE 向褶皱带，并被晚三叠世陆相砂岩不整合覆盖。少量的侵入岩可区分出早中三叠世岛弧 I 型花岗岩和晚三叠世 S 型花岗岩。该地体被定义为二叠系-三叠系的弧地体，暗示古特提斯主洋汇聚期东向俯冲时的弧岩浆作用环境。

综上, 选缅甸马苏地块和西缅甸地块在前二叠纪分别属于特提斯多岛洋中的北带和南带, 前者可能与羌塘地块相对应, 后者则可能与拉萨地块相联, 其他构造带或地体是在特提斯汇聚过程中增生的产物。实皆断裂与掸邦陡崖断裂之间由于新生代构造的强烈变动未能清楚地恢复构造格架, 但由于晚中生代存在碰撞-造山事件和中侏罗世-白垩纪的蛇纹石化橄榄岩及辉橄岩, 暗示可能存在中特提斯汇聚作用, 相应的成矿作用主要发生在抹谷-毛淡棉地体。实皆断裂以东属于古特提斯汇聚域, 大致以清莱缝合带为标志, 古特提斯主洋闭合致使素可泰地体与因他暖地体融合, 相应的成矿类型主要包括沉积型铁锰矿床、岩浆热液型钨-锡矿床、造山型金矿和构造热液型锑矿床, 以及高温变质型宝石矿。实皆断裂以西则属于新特提斯汇聚域, 大致以吉灵庙-敏东缝合带为标志, 新特提斯洋闭合致使那加-若开山脉带隆升和西缅甸地块拗陷并且推动抹谷-毛淡棉地体高角度覆于选缅甸马苏地块西缘(掸邦陡崖断裂带), 相应的成矿类型主要包括沉积岩容矿的铅锌多金属矿床和浅成热液型金矿床、岩浆热液型钨-锡矿床、造山型金矿、斑岩-矽卡岩型铜金矿床和浅成热液型铜矿床、岩浆型铬铁矿床和红土型镍矿床构造热液型体矿床, 以及高温变质型宝石矿和高压变质型玉石矿。

参考文献:

- Barber, A.J., Crow, M.J., Khin Zaw, K. (Eds.), 2017. Myanmar: Geology, Resources and Tectonics. Geological Society of London Memoir. No.48.
- Barr S M, Macdonald A S. 1991. Toward a late Paleozoic- early Mesozoic tectonic model for Thailand. *Journal of Thai Geosciences*, 1:11-22.
- Bertrand Guillaume, Claude Rangin, Henri Maluski, Herve Bellon, GIAC scientific Party. 2001. Diachronous cooling along the Mogok Metamorphic belt: the trace of the northward migration of the Indian syntaxis. *Journal of Asian Earth Sciences*, 19: 649-659.