

doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2019.01.007

缅甸主要金属矿床的分布及地质特征

张海坤

ZHANG Hai-Kun

(中国地质调查局武汉地质调查中心(中南地质科技创新中心), 武汉 430205)

(Wuhan Center, China Geological Survey (Central South China Innovation Center for Geosciences), Wuhan 430205, Hubei, China)

摘要:缅甸矿产资源丰富,位居东南亚国家前列,具有重要价值的金属矿产包括锑、铬、镍、铂族元素、铜、金、铅、锌、银、锡和钨等,主要分布在六个构造单元内。本文在综合前人资料的基础上,总结了这些金属矿产的分布和地质特征,以期为我国企业在缅甸的矿业活动提供参考。

关键词:缅甸;金属矿床;地质特征

中图分类号:P612

文献标识码:A

文章编号:1007-3701(2019)01-0068-08

Zhang H K. Distribution and Geological Features of Significant Metal Resources in Myanmar. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2019, 35(1): 68–75.

Abstract: Myanmar is rich in mineral resources and ranks in the forefront of Southeast Asian countries. Metal minerals of great value include antimony, chromium, nickel, platinum group elements, copper, gold, lead, zinc, silver, tin and tungsten, which are mainly distributed in six tectonic units. On the basis of previous data, this paper summarizes the distribution and geological characteristics of these metal minerals, with a view to providing references for Chinese enterprises in mining activities in Myanmar.

Key words: Myanmar; metal deposits; geological features

缅甸地处东南亚中南半岛西部,位于印度板块与欧亚板块之间,区域大地构造背景复杂,具有优越的成矿地质条件。但该国地质研究及勘查程度较低,仅于 20 世纪 50 年代在局部地区开展过 1:100 万至 1:20 万地质调查及有色金属勘查评价工作,系统的地质工作主要集中在西部缅、孟、印交界的诺开山区^[1]。总体看,缅甸的地质工作程度不一,尤其是东部的掸邦高原东段和东北部的克钦邦山区工作程度较低,有的地方甚至是空白区。目前缅甸全国约有 70% 的矿区尚未进行勘探,过去有限的勘

探实践表明该国具有巨大的金属矿产资源潜力^[2],已知钨锡矿点 120 处、开采的钨锡矿山近 20 处、辉钨矿和其它含钨矿物矿点超过 31 处、铜矿点 45 处、金矿 7 处^[3-7]。

我国矿企进入缅甸的时间较晚,代表性项目包括 2004 年中国有色集团完成的东盟最大矿业投资项目——达贡山红土型镍矿、2010 年万宝矿业公司投资的莱比塘铜矿及中国黄金公司入股的胶帕图大型金矿。鉴于缅甸的矿产资源潜力、日趋向好的矿业投资环境及毗邻中国的区位优势,在我国

收稿日期:2018-12-15;修回日期:2019-1-24;责任编辑:庞迎春

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“印度尼西亚苏门答腊岛铜多金属资源潜力评价”(编号:DD20160114)

第一作者:张海坤(1987—),男,助理研究员,主要从事境外地质调查研究工作,E-mail:328543434@qq.com

“一路一带”倡议引导下,未来会有更多矿企选择在缅甸开展矿产勘查及矿业投资活动。本文主要关注缅甸主要金属矿床的分布和地质特征,以期为我国矿企在缅甸从事矿业活动提供参考。

1 缅甸构造分区

在地质上,缅甸可被分为六个构造单元(图 1)。Rakhine 滨海平原是一新生代沉积盆地,延伸至 Bangladesh。Rakhine-chin-Naga 丘陵是一狭长的褶皱带,大部分由复理石沉积和相关蛇纹岩序列组成。中央带主要由新生代沉积岩构成,并发育裂谷。沿中央轴线,火山岩分布在 Popa、Shinmadaung、Monywa 和 Wuntho 地区。Kachin 高地由变质岩和岩浆岩组成,总体上岩性没有变化。Mogok 带为变

质岩区,包括混合岩、片麻岩、钙质硅酸盐和白岗岩,其边界为前寒武纪浅变质沉积岩。Shan–Thanintharyi 带包括 Shan 高原和 Tanintharyi 群岛,主要由古生代碎屑岩和碳酸盐岩组成,并有多期花岗岩和闪长岩侵入体。中生代沉积岩分布在断层发育的盆地中,基底由晚前寒武纪高级变质岩和浅变质沉积岩组成^[3-5]。

2 缅甸主要的金属矿床

缅甸主要的矿产包括锑、铬、镍、PGE、铜、金、铅、锌、银、锡和钨,较为重要的矿床/山见表 1。

2.1 锑矿床

缅甸已发现超过 30 个锑矿床(点)(图 2),局限分布于 Shan–Tanintharyi 带^[8],延伸超过 1 000 km。大部分锑矿与同构造石英–辉锑矿脉和角砾岩有关,主要赋存在灰岩和页岩中,且受断层控制^[9]。Shan 州北部的辉锑矿赋存在晚古生代的碳酸盐岩中,而对于南部的 Mergui 沉积序列,辉锑矿主要赋存在晚古生代碎屑岩中。另外,锑矿也发育在硫化物矿石(如 Bawdwin)或钨锰铁矿中(如 Tanintharyi)。在 Mandalay 市 Meikhtila 以东的 Lebyin 地区,辉锑矿脉呈带状分布,分布范围为 2 000 m × 150 m,表现出层控特征,仅赋存在强烈褶皱的黑色页岩、泥岩、砂岩和层间角砾岩中,并发育后生裂隙,硅化普遍。这一地区锑资源量达 7.4 万吨,品位 4 ~ 6 wt%^[8]。锑矿床主要集中在 Kayah 州的首府 Loikaw 市。Konsut(Loikaw 市附近)地区的辉锑矿赋存在硅化带石英的囊状构造中,硅化带呈 NW 向,宽约 15 m,地表出露长度超过 2 km。另外,在 Peinchit 地区,缅甸地质调查和矿产勘探部也发现了若干锑矿床。这两个地区锑矿资源量达 26 万吨(品位 14 ~ 18 wt%)。Mon 州的锑矿床沿 Taungnyo 山脉西部呈带状分布,延伸超过 100 km。其中,仅 Kyaikkami 地区的锑资源量就达 2.2 万吨(品位 5 ~ 10 wt%),该州其他地区的锑矿资源量约 11.6 万吨(品位 4 ~ 6 wt%)。目前为止,缅甸最著名的锑矿床位于缅泰边界附近 Kayin 州的 Thabyu 地区,已发现 7 条具有经济价值的矿脉。其中最大的一条超过 6 m 宽,长约 200 m,矿石品位较高^[8]。

2.2 铬、镍和铂族金属矿床

这三类金属矿与三条蛇绿岩带有关(图 4)。西

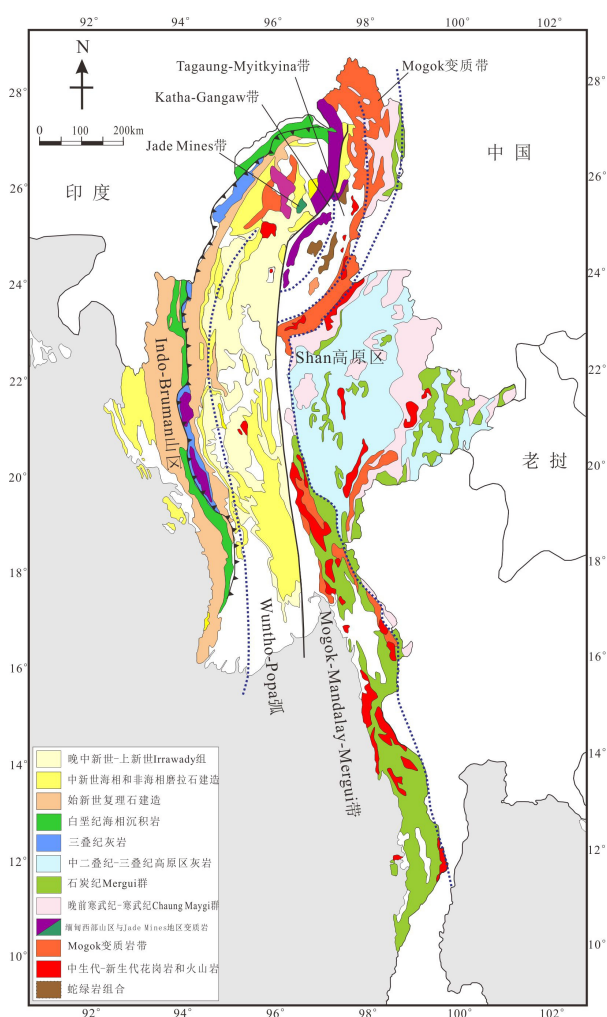


图1 缅甸地质简图(修改自文献^[3])

Fig. 1 Simplified Geological map of Myanmar

表1 缅甸主要的矿床/山^[6-7]

Table 1 Typical ore deposits in Myanmar

矿床/山	类型	储量/资源量
锑矿		
Lebyin	脉状	储量:7.5 万吨 @4 ~ 6 wt% Sb,露天开采
Loikaw	脉状、囊状	储量 26 万吨 @14 ~ 18 wt%Sb
Mon State	脉状	资源量:13.8 万吨 @4 ~ 10 wt%Sb
镍矿		
MweTaung	红土型	储量:1 千万吨 @1.15 wt%Ni 资源量:1 亿吨
TagaungTaung	红土型	储量:4 千万吨 @2.15 wt%Ni
铜矿		
Nankesan	呈细脉状赋存在超基性岩中	储量:18 万吨 @4 wt%Cu,0.3μg/g Au
Monywa	斑岩型	储量:1.22 亿吨 @0.5 wt% Cu
LepadaungTaung	斑岩型	储量:4 亿吨 @0.49 wt%Cu
金矿		
Kyaukpahto	浅成低温热液型,呈细脉状 赋存在砂岩中	储量:4 百万吨 @3μg/g Au
PhayaungTaung	含金石英脉,赋存在石英岩中	储量:3 百万吨 @4.8 μg/g Au
铅-锌矿		
Bawdwin	热液型矿脉,硫化物矿体 氧化物矿体	储量:3.7 百万吨 @11 wt%Pb+zn 储量:1 千万吨 @9 wt% Pb+Zn
锡-钨矿		
Mawchi	脉状	储量:90.9 万吨 @1.4 wt%Sn+W

部蛇绿岩带南北延伸 1 000 km,最南端和最北端分别以 Pathein 和 Naga 山为界。中部绿岩带位于 Indawgyi 湖以西,延伸至宝石矿区。东部蛇绿岩带位于 TagaungTaung,其南端向北延伸至 Kachin 州 Myitkyina 以北的 Kumon 山脉。

铬矿床在缅甸广泛分布,主要与南北向蛇绿岩带有关。在西部蛇绿岩带,铬矿床分布在 Hinthada、Mindon、Thayetmyo、Sidoktaya -Ngape、Mindat -Kanpetlet、Saw 和 Mwetaung -Kalemyo 等地区。其中,Mwetaung 地区蛇绿岩套的纯橄榄岩层中,至少已发现 40 处矿床(点),矿石呈块状,部分为结核状,氧化铬的含量和 Cr/Fe 比值范围分别为 35 ~ 58 wt% 和 2.4 ~ 4.0^[8]。其他重要的铬矿床(点)主要位于 TagaungTaung 地区,氧化铬主要分布在纯橄榄岩层的边缘,厚约 150 m,也有一些氧化铬沿 Tagaung 断块的边缘分布。矿石呈块状,氧化铬含量较高(42

~ 58 wt%),Cr/Fe 比值大于 3.0^[8]。

缅甸有两个重要的红土型镍矿床,分别位于 Chin 山的 Mwetaung 地区和 Mandalay 以北的 TagaungTaung 地区,这两个矿床都形成于热带气候条件下超基性岩的差异风化作用。Mwetaung 超基性岩面积约 60 km²,含镍红土呈带状沿几条南北向构造分布。其中,4 号带资源量约 1 千万吨(品位 1.15 wt%),该带以北的 6 号带也具有重要的经济价值,延伸 4.8 km,矿石资源量 1 亿吨。Tagaung-Taung 地区超基性岩地表呈椭圆状,面积约 95 km²。含镍红土位于 Mandalay 以北约 200 km,分布在 Ayeyarwady 河东岸,垂向分层明显,从上到下依次为红土盖层、褐铁矿带、残积带、母岩,资源量约 4 千万吨,品位为 2.15 wt%,矿体为镍含量 1.4 wt% 以上的风化层,多位于残积带。在 Bawdwin 地区,镍与铜、钴共生,形成于铅锌矿化之后,仅发育在矿体南

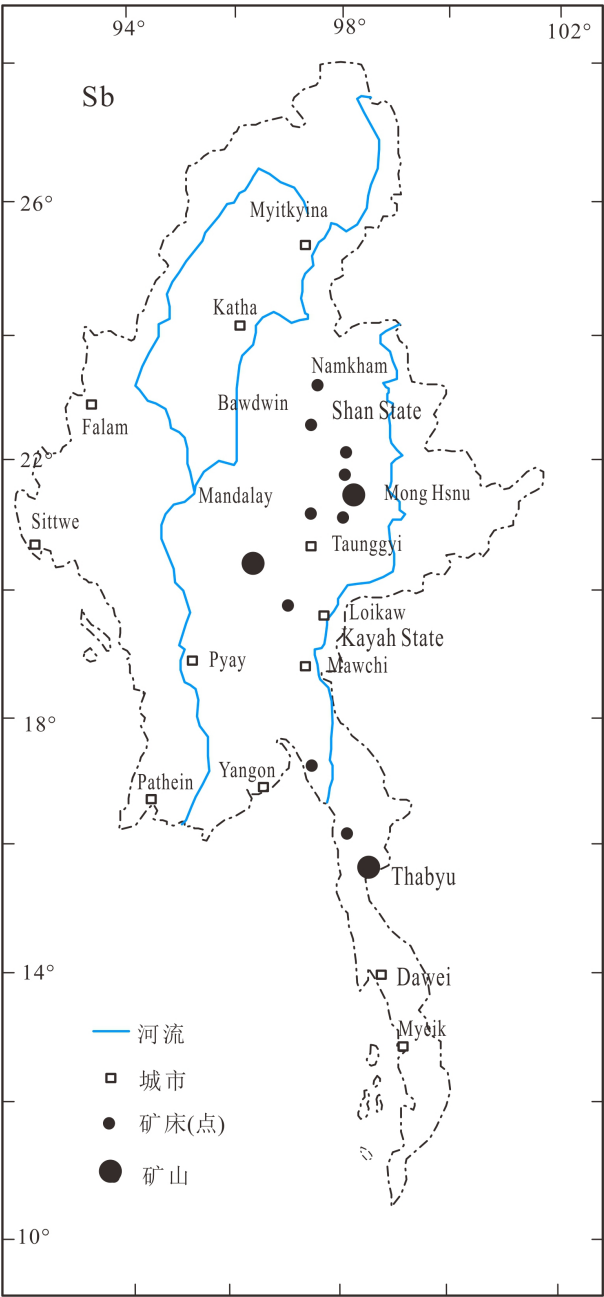


图2 缅甸锑矿床分布图^[7]
Fig. 2 Distribution map of Sb deposits in Myanmar

部靠下的部位^[8]。
缅甸的铂族元素矿床(点)主要分布在 Chindwin 盆地,铂族金属一般与金共生,赋存在第四纪砾石中。AU/PGM 比值范围为 1–10,铂族元素包括 Pt–Fe 组合和 Os–Ir–Ru 组合,并以后者为主^[10]。Kachin 州 Indawgyi 湖南西方向分布的砾石也富集 PGM,粒径 3 mm,距其源岩较近。

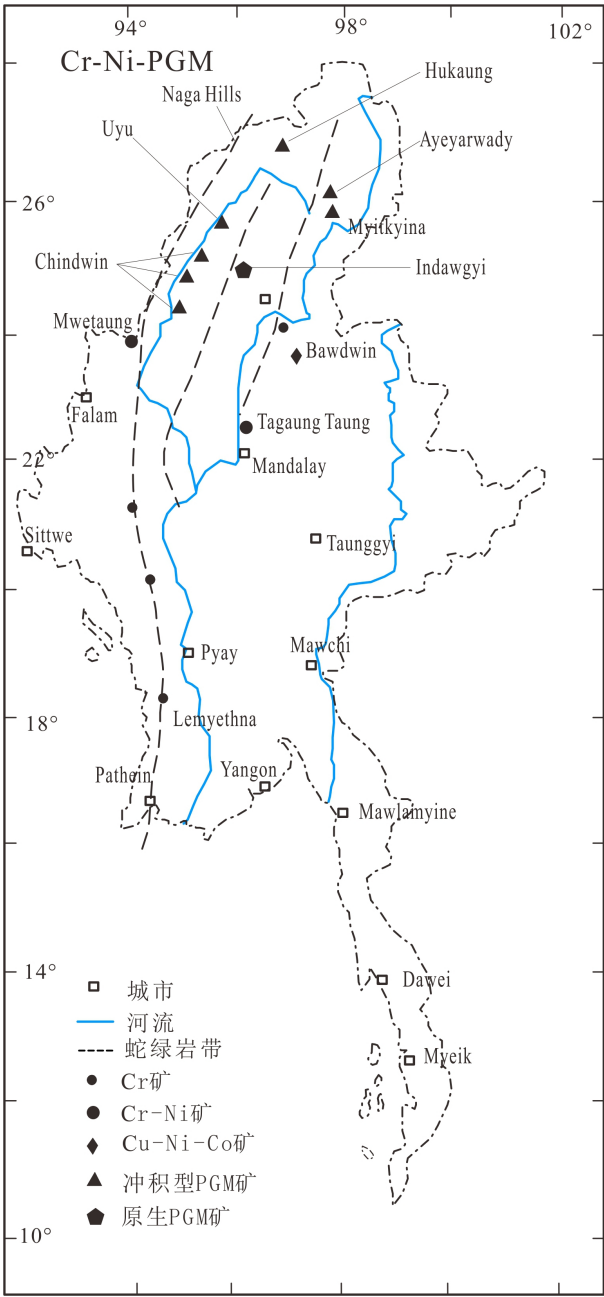


图3 缅甸铬、镍、铂族元素矿床分布图^[7]
Fig. 3 Distribution map of Cr, Ni and Platinum group elements deposits in Myanmar

2.3 铜矿
缅甸已知的铜矿床(点)超过 50 处(图 4),成带状分布在三个主要的构造单元。Rakhine–Chin–Naga 山脉的基性/超基性岩构成蛇绿岩带,延伸超过 1 000 km,沿与中央带的构造接触带分布^[6]。Rakhine–Chin–Naga 山脉最南端的 Lemyethna 发育的铜矿化,形成于火山–海水界面环境,具有沉积型

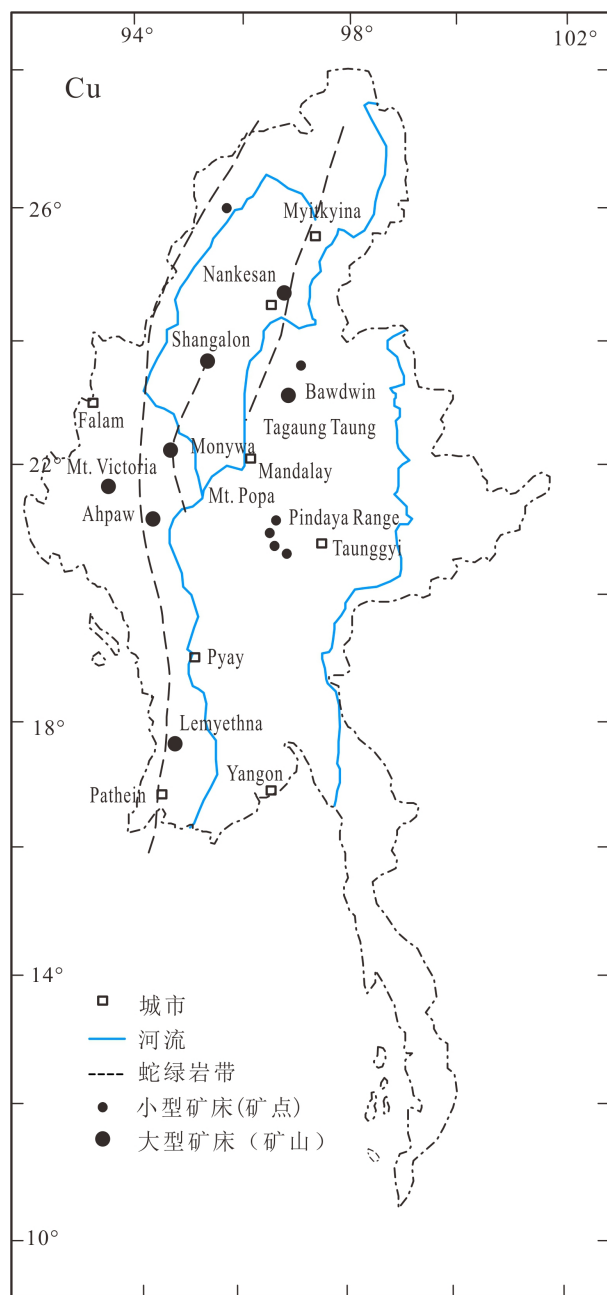
图4 缅甸铜矿床分布图^[7]

Fig. 4 Distribution map of Cu deposits in Myanmar

层控矿床的特征。而在 Chin 州 Kanpetlet 镇 Ahpaw 地区蛇绿岩带的赋矿岩石为蛇纹岩,发育的铜硫化物呈细脉状、网脉状和浸染状。另外,在与 Mt. Victoria 北北西 15 km 的 Chin 山黑色板岩、千枚岩和火山碎屑岩有关的几个绿片岩带发育浸染状铁硫化物和铜硫化物,延伸超过 8 km^[7]。在 Kachin 州 Nankesan 地区蛇绿岩带的东部也发现有铜矿化,含黄铜矿和雌黄铁矿的细脉充填在穿切基性/超基性

岩的南北向断裂中,铜资源量约 18 万吨(品位 4%),矿石中金品位为 0.3 $\mu\text{g/g}$ 。在蛇绿岩带南端约 4 km 的范围发育绿片岩,其中充填有呈网脉状和小型透镜体状铜硫化物和氧化物^[7]。

中央带以火山弧为轴线,分布在该火山弧内的火山成因铜矿床最南部为 Mt. Popa 矿床,向北为发育在下 Chindwin 组火山岩中的 Sabetaung、Kysin-taung 和 LepadaungTaung 斑岩型矿床,位于 Monywa 以西。其中,LepadaungTaung 的资源量为 400 百万吨(品位 0.49 wt%)。该火山弧向北至 Wuntho 地区(Katha 南 18 km),在 Shantalon 附近有一斑岩型铜矿床。在 Mogok 带,铜与其它有色金属硫化物有关,最重要的矿床为 Bawdwin 矿床。该带发育的矿化主要分布在 Mogok 镇的 Yesintaung 地区,铜矿化与其它硫化物伴生,呈脉状充填在花岗岩中^[11]。在 Kyaukse (Bawdwin 以南)和 Kyaukse (Mandalay 以南)地区的前寒武纪变质沉积岩中也发育铜矿化。另外 Shan 高原 Pindaya 山脉西侧奥陶纪 Wuybye 组的碳酸盐岩中发育层控型矿体,铜矿物赋存在石英和重晶石脉体中^[7]。

2.4 金矿

缅甸金矿化区可分为三个主要的成矿省(下文以 A、B、C 表示)(图 5)。A 成矿省位于 Wuntho 断块,浅成低温热液型含金石英脉主要产出在一系列新近纪火山岩和沉积岩中。在该成矿省已发现的矿床包括 Bamauk、Pinlebu、Wuntho、Kawlin 和 Kanbalu。位于该成矿省的 Kyaukpahto 矿山是缅甸唯一一个采用现代化技术开采黄金的矿山,矿体位于 Wuntho 断块的东南缘,金矿化沿 NW 向分布,发育在强烈硅化、角砾状砂岩的石英中^[6,12]。B 成矿省位于 Shan-Tanintharyi 带的西缘和北缘,金矿化赋存在前寒武纪 ChaungMagyi 浅变质沉积岩序列和 Mogok 序列较老的高级变质岩中。在该成矿省已发现的金矿床包括 Thabeikkyin、PhayaungTaung、Kyaukse-Ye Yeman 和 Pyinmana。其中,Phayaung-Taung 矿床位于 Mandalay 以北 40 km,载金矿物为石英,矿石资源量约为 3 百万吨,品位为 4.8 $\mu\text{g/g}$ 。该矿床发育层控型矿体,被认为在低级变质条件下金发生了再活化富集作用^[2,6]。C 成矿省金矿化与蛇绿岩套火山岩有关,已发现金矿点都位于缅甸北部和西部的蛇绿岩带,目前为止相关的研究还比较少。Lemyethna 和 Tagaung 以东的 Hmaingdaing-

Taung 矿床金矿化发育在火山岩的蓝灰色石英脉中,有些伴有铜矿化。另外,Kachin 州 Shwegu 地区附近的 Kyaukphyu 地区也富集金矿,金矿化位于火山岩和辉长岩的接触带。Indawgyi 湖地区、Uyu 和 Hukaung 河形成的冲积型金矿表明,该成矿省可能也是相关的铂族金属矿产的来源^[4, 6]。

2.5 铅-锌-银矿床

缅甸已报道的铅锌银矿床(点)超过 100 处^[7],

几乎都分布在缅甸东部, 范围大致自 Kachin Highlands、北部的 Mogok Belt, 经 Shan-Taninthary Belt, 延伸至最南部 Myeik 群岛 (图 6)。

Bawdwin 矿床是缅甸最著名的铅锌银矿床,研究程度也最高,在规模和品位方面都位居世界前列。块状、高品位铅锌银矿化发育在 NNW 向分布、近垂直的寒武纪 Pangyun 组剪切破碎带。主矿体为一大型块状硫化物矿体,走向长度约 800 m,宽度

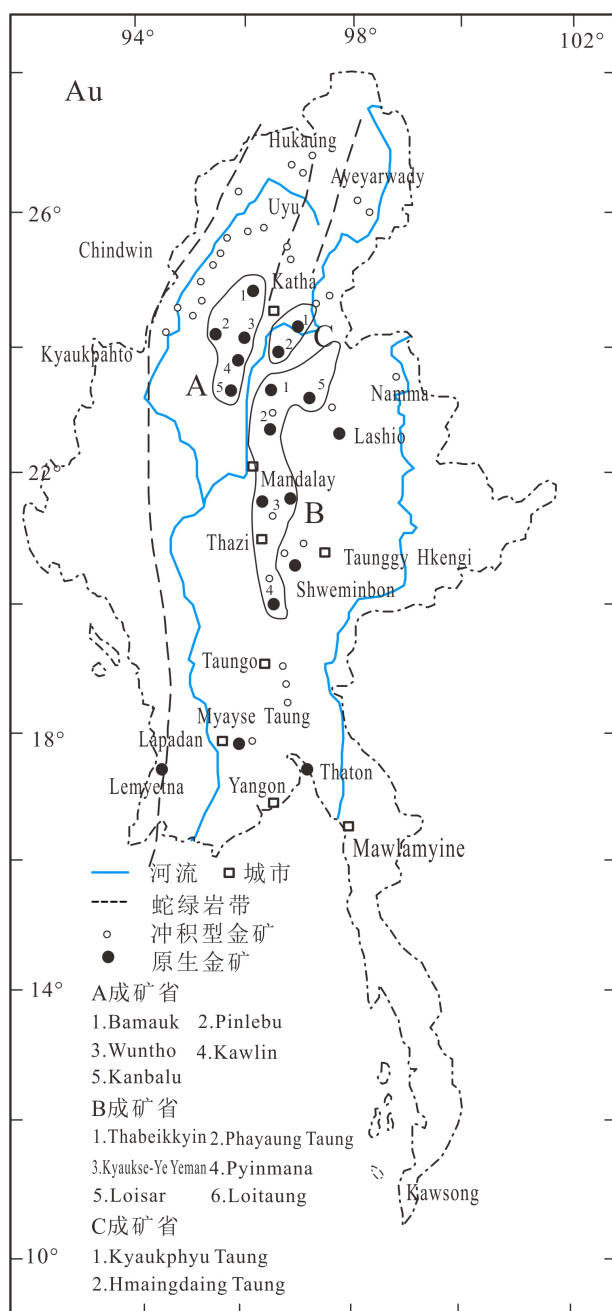


图5 缅甸金矿床分布图^[7]

Fig. 5 Distribution map of Au deposits in Myanmar

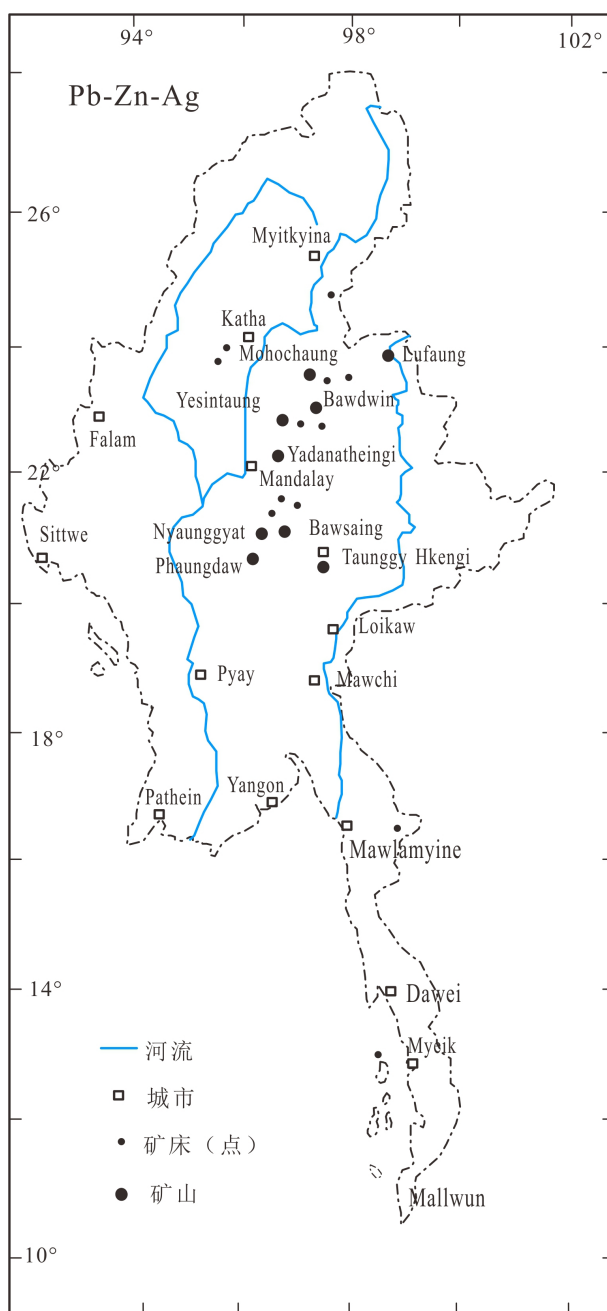


图6 缅甸铅、锌、银矿床分布图^[7]

Fig. 6 Distribution map of Pb-Zn-Ag deposits in Myanmar

平均为 7 ~ 17 m, 最宽处达 47 m^[9]。该矿床已有上百年的开采历史, 随着储量逐年衰减, 近地表的氧化物矿石逐渐成为主要的开采对象, 氧化物矿石储量约为 1 千万吨 (Pb+Zn 品位为 9%)^[6]。Mogok Belt 发育的沉积型铅锌银矿床主要产出在 Chaung Magyi 组变质沉积序列中, 具有层控特征, 分布范围自 Mandalay 北部, 经 Mohochaung 和 Yadanatheingi 矿山及 Bawdwin 矿山以北, 延伸至中缅边界附近的 Lufang 矿山, 形成一条长约 200 km 的铅锌银矿带。碳酸盐型铅矿带分布范围自 Mandalay 附近开始, 经 Pindaya 山脉、Bawsaing 矿区, 并向南延伸约 150 km, 发育密西西比河谷型矿化。钻探数据表明, 最南部的 Laung Hkeng 富锌碳酸盐矿床发育 23 万吨菱锌矿 (Zn 品位 35 wt%)。铅矿化发育在 Phaungdaw 的变质岩和 Yesintaung、Mogok 地区的花岗岩中, 并与 Nyaunggyat 地区的侵入体有关。这一类型矿化都分布在 Shan-Tanintharyi Belt 西缘和 Shan Boundary 断层带^[4, 7]。Mogok 带 Bawdwin、Mohochaung 和 Lufang 矿床发育的闪锌矿与方铅矿表现出密切的关系, Pb/Zn 比值一般为 2 : 1, 但同样位于该带的 Yadanatheingi 矿床矿石锌含量较低。

2.6 锡-钨矿

锡-钨矿是缅甸的一种重要矿产资源。缅甸锡钨矿带位于中南半岛西花岗岩省, 该成矿带经 Tanintharyi、Kayin、Mon、Kayah 和 Shan 州, 延伸至 Pyinmana 以东, 绵延 1 200 km 且北部更为发育^[4, 7] (图 7)。大部分锡石来自冲积型矿床中, 而钨则多发育在岩脉中, 围岩为古生代 Mergui、Taungnyo 和 Mawchi 组的碎屑沉积岩。

该矿带已发现上百个锡钨矿床 (点), 其中 Mawchi 矿床规模较大, 发育锡钨矿石的石英脉位于花岗岩和灰岩的接触带附近, 部分石英脉穿切灰岩。另一个重要的锡钨矿是 Hermyingyi (Dawei) 矿床, 含钨石英脉最厚可达 1.5 m, 生产锡石和钨锰铁矿^[13]。另外, 在 Myeik (Mergui) 地区, 随处可见冲积型锡石开采区。目前, 采矿区主要位于 Yamon-Kazat、Maliwun 和 Theindaw 等地区, 其中 Theindaw 地区的锡石还发育金刚石矿化。锡钨矿床集中出现在 Pyinmana 镇与 Shan 州南部的交界处, 包括冲积型矿床和原生矿床。最近在 Shan 州北部与我国云南省交界处也发现了一个冲积型锡石矿, 是目前已

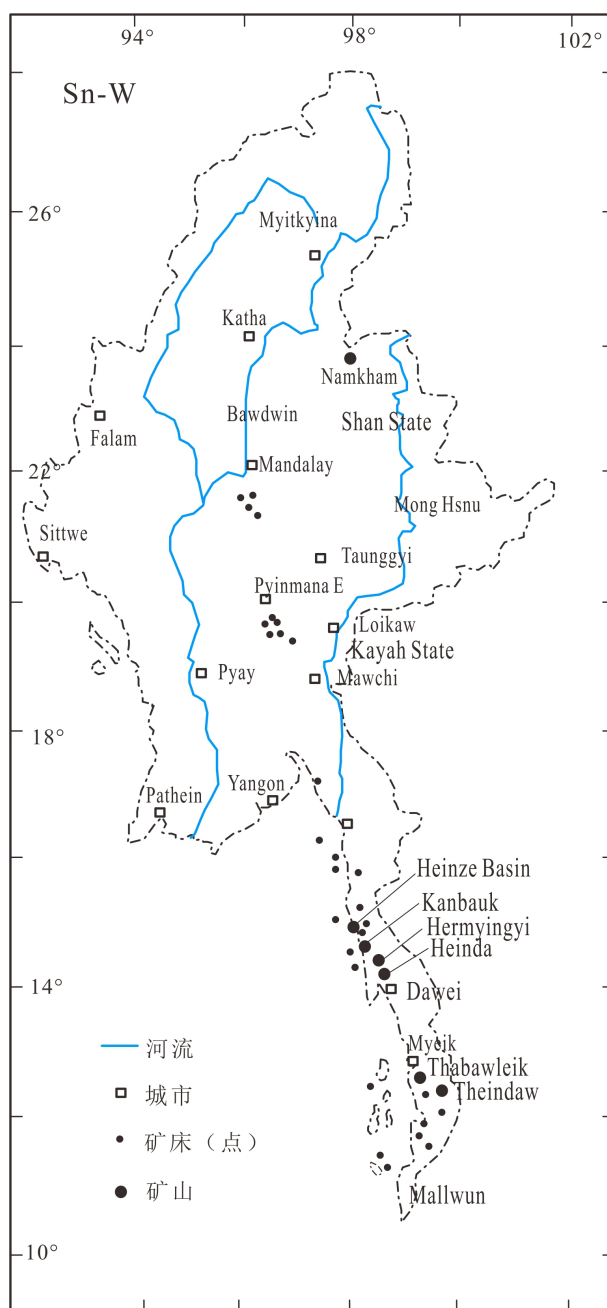


图7 缅甸锡-钨矿床分布图^[7]

Fig. 7 Distribution map of W-Sn deposits in Myanmar

知最北端的锡矿床, 说明缅甸北部也是发现锡矿的潜力地区。另外, 缅甸锡钨矿带也是 REE、铌、钽等元素的富集成矿区^[9]。

3 结论

缅甸矿产资源潜力在东南亚国家中位居前列, 目前是铋、铬、镍、铂族元素、铜、金、铅、锌、银、锡和钨等金属矿产的主要生产国。这些金属矿产明显表

现出分区集中的特征,其中,锑矿分布在 Shan-Tanintharyi 带,主要赋存在晚古生代的碳酸盐和碎屑岩中;铬、镍和铂族金属矿与缅甸西部的三条蛇绿岩带密切相关,发育热带地区典型的红土型镍矿;铜矿主要分布在缅甸北部,主要与蛇绿岩带和火山弧有关;金矿分布在缅甸中部的三个金成矿省,金主要发育在强烈硅化角砾状砂岩、前寒武纪变质岩的石英及与蛇绿岩套有关的石英脉中,包括岩金和砂金;铅-锌-银矿几乎都分布在该国东部,以规模和品位位居世界前列的 Bawdwin 矿床最为著名;锡-钨矿带位于东南亚半岛三个花岗岩带中最西边一个,大部分锡石来自冲积型矿床中,而钨则多发育在岩脉。过去几十年间,由于储量逐年递减、资金投入不足及缺乏系统的矿产勘探工作,缅甸的矿业生产活动陷入低谷,但其资源潜力一直受到欧美日等国矿业公司的重视。随着我国“一带一路”战略的推进,缅甸有望成为我国企业投资矿业的一片热土。

参考文献:

- [1] 吴良士. 缅甸联邦地质构造基本特征及区域成矿(一)[J]. 矿床地质, 2010, 29(5): 931-934.
- [2] 吴良士. 缅甸联邦地质构造基本特征及区域成矿(二)[J]. 矿床地质, 2011, 30(2): 374-377.
- [3] Gardiner N J, Searle M P, Robb L J, Morley C K. Neo-Tethyan magmatism and metallogeny in Myanmar—An Andean analogue [J]? Journal of Asian Earth Sciences, 2015, 106:197-215.
- [4] Gardiner N J, Robb L J, Morley C K, Searle M P, Cawood P A, Whitehouse M J, Kirkland C L, Roberts N W, Myint T A. The tectonic and metallogenic framework of Myanmar: A Tethyan mineral system[J]. Ore Geology Reviews, 2016, 79: 26-45.
- [5] 王宏, 林方成, 李兴振, 施美凤, 刘朝基, 石洪召. 缅甸中北部及邻区构造单元划分及新特提斯构造演化[J]. 中国地质, 2012, 39(4): 912-922.
- [6] Gardiner N J, Robb L J, Searle M P. The metallogenic provinces of Myanmar [J]. Applied Earth Science, 2014, 123(1): 25-38.
- [7] Win S, Myint M M. Mineral Potential of Myanmar [J]. Resource Geology, 1998, 48(3): 209-218.
- [8] 施美凤, 林方成, 刘朝基, 李兴振, 王宏. 东南亚缅泰老越柬五国与中国邻区成矿带划分及成矿特征[J]. 沉积与特提斯地质, 2013, 33(2): 103-112.
- [9] Barber A J, Zaw U K, Crow M J. Myanmar: geology, resources, tectonics [M]. London: Geological Society, Memoirs, 2017, 48:1-776.
- [10] Hagen D, Weiser T, Htay T. Platinum-group minerals in quaternary gold placers in the upper Chindwin area of northern Burma[J]. Mineralogy and Petrology, 1990, 42(1-4): 265-286.
- [11] Andrew H G, Myint W, Lynn K, Htay M T, Maw Oo, Zaw T. Geology of the High Sulfidation Copper Deposits, Monywa Mine, Myanmar [J]. Resource Geology, 2010, 61(1): 1-29.
- [12] 徐强. 缅甸联邦 MTT 金铜矿床成矿地质特征 [J]. 地质学刊, 2011, 35(4): 375-378.
- [13] Zaw U K, Thet D K M. A note on a fluid inclusion study of tin-tungsten mineralization at Mawchi Mine, Kayah State, Burma[J]. Economic Geology, 1983, 78(3): 530-534.