

东南亚中南半岛成矿带初步划分与区域成矿特征

卢映祥¹, 刘洪光², 黄静宁³, 张宏远³, 陈永清³

LU Ying-xiang¹, LIU Hong-guang², HUANG Jing-ning³,

ZHANG Hong-yuan³, CHEN Yong-qing³

1. 云南省地质调查局, 云南 昆明 650051; 2. 中国地质图书馆, 北京 100083;

3. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083

1. Yunnan Geological Survey, Kunming 650051, Yunnan, China;

2. China Geological Library, Beijing 100083, China;

3. School of Earth Sciences and Mineral Resources, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China

摘要:东南亚中南半岛成矿带是特提斯(地中海-喜马拉雅-东南亚)洲际成矿域的重要组成部分,富含丰富的矿产资源。基于该区的地质矿产图,结合前人的研究,分别以古地缝合带和深断裂为界,将其划分为 5 个一级成矿省,19 个二级成矿带。研究表明:①在古老陆核结晶基底区形成沉积变质型铁、铜和稀土金属矿床;②在板(断)块的结合带形成典型的与基性—超基性岩浆活动有关的铬铁和铜镍硫化物矿床;③在板内沉积凹陷区形成盐类矿床;④在造山带的各个演化阶段形成与花岗质岩浆活动有关的斑岩铜金矿床、热液型铅锌矿床、热液脉状金矿床与热液脉状钨锡矿床。研究成果不仅为从整体上认识该区的成矿规律提供了基本框架,而且为在中国西南“三江”成矿带寻找与毗邻国家类似的矿床提供了新的启示。

关键词:成矿单元划分;成矿规律;东南亚中南半岛

中图分类号:P612 文献标志码:A 文章编号:1671-2552(2009)02/03-0314-12

Lu Y X, Liu H G, Huang J N, Zhang H Y, Chen Y Q. Preliminary division of the metallogenetic belts in the Central South Peninsula of Southeast Asia and their regional ore-forming characteristics. *Geological Bulletin of China*, 2009, 28 (2/3): 314-325

Abstract: The metallogenetic belt in the Middle-South Peninsula of Southeastern Asia where is rich in mineral resources is an important component of the Tethyan (Mediterranean - Himalayan - Southeastern Asia) intercontinental metallogenetic domain. This metallogenetic belt, bounded by the suture zones and deep seated faults, is initially divided into five metallogenetic provinces and nineteen metallogenetic zones respectively based on the compiling map of geological and mineral resources combined with the other's research in this region. The following conclusions are drawn in this paper: (a) the metamorphic Fe-Cu-REE deposits were formed in the Proterozoic crystal bases; (b) the Cr-Fe deposits and Cu-Ni sulfide deposits associated basic and ultra-basic intrusions in the suture zones; (c) the salt deposits in the structure depressions intra-plates; (d) porphyry Cu-Au deposits, hydrothermal Pb-Zn deposits, hydrothermal vein Au deposits, and hydrothermal vein W-Sn deposits were formed in different stages during orogenic evolution, and associated with different types of granites. This research provides not only a basic frame for wholly understanding ore-forming regularity of this region, also new enlightenments for searching for the mineral deposits similar to ones discovered in adjacent countries.

Key words: division of metallogenetic units; metallogenetic regularity; Central South Peninsula of Southeast Asia

东南亚古陆是冈瓦纳大陆分离后北移的陆块, 并遭受印支、燕山、阿尔卑斯等不同时期的构造岩浆和构造变质作用, 具有特提斯-喜马拉雅成矿带与

收稿日期: 2009-02-20; 修订日期: 2009-03-05

地调项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(编号: 2006BAB01A03)和中国地质调查局地质调查项目(编号: 200313000069)资助

作者简介: 卢映祥(1963-), 男, 教授级工程师, 从事矿产资源勘查评价研究与管理工。E-mail: ddy_lyx@163.com

环太平洋成矿带的双重成矿特征。位于冈瓦纳古陆与欧亚古陆结合部位的东南亚成矿带与中国三江成矿带一同构成特提斯构造成矿带,再向西延伸与地中海成矿带一起构成地中海—三江—东南亚洲际成矿带,成为与环太平洋成矿带和古亚洲成矿带并列的三大世界级成矿带之一,其中东南亚锡矿带是全球最长、最重要的含锡花岗岩带^①。近年来,除继续发现锡钨矿床^[1~2]外,还相继发现一些斑岩铜(金)矿床(老挝 Sepon 矿床^②)、造山带金矿床(缅甸, ModiTang—Nankwe 矿床^[3])和与花岗岩岩浆活动有关的铅锌银矿床等(中缅毗邻区金腊矿床^[4]),具有巨大的矿产资源潜力。

1 成矿单元划分与主要矿产分布

由板块(或地块)边界界定的不同构造单元具有不同时空结构的构造岩浆岩带和沉积建造,而不同的构造岩浆岩带和沉积建造控制不同类型矿床的形成与分布。根据矿床产出的大地构造环境和主要控制因素,结合前人^{[5~9][3][3]}的划分方案,笔者将区内成矿单元自西而东划分为:西缅甸弧盆系成矿省、滇—泰—马地块成矿省、昌都—思茅—南邦中间地块成矿省、印支地块成矿省和华南地块成矿省5个一级成矿单元,那加—若开构造岩浆岩成矿带等19个二级成矿单元(表1、图1)。其中,5个一级成矿单元(成矿省)皆以蛇绿岩分布为特征的古地缝合带为界,19个二级成矿单元(成矿带)以深断裂为界^[7~12]。

2 成矿单元区域成矿地质特征

2.1 西缅甸弧盆系成矿省(I)

该成矿省是在西缅甸岛弧带的基础上发育起来的,其西以那加山俯冲带与印度板块分界(图1)。印度板块在那加山俯冲带向滇缅地块(滇—泰—马地块)之下俯冲,俯冲作用始于侏罗纪,止于古近纪始新世。它包括那加—若开构造岩浆成矿带和密支那—卑谬岛弧成矿带。

2.1.1 那加—若开构造岩浆岩成矿带(I₁)

北端起于西兰(Sinakaling Hkamli)以北,向南经帕兰(Falam)东、马圭(Magwe)西的额佩(Ngepe)、兴实达(Henzada)西,至勃生(Pathein),长度超过1000 km。本矿带向北可与雅鲁藏布江超镁铁岩矿带连接,向南可延至安达曼海和尼科巴群岛。

这一成矿带包括印—缅山脉西部若干海岸带和

孟加拉湾宽广的复理石分布区(古近系),其上被板块碰撞后形成的第三纪磨拉石沉积物覆盖,东邻缅甸岛弧区的印—缅外岛弧。后者为一断续出露的变质岩、蛇绿岩、三叠纪片岩及东缘上白垩统组成的狭窄岩带,二者通常呈构造接触。由于含外来型白垩系岩块,发育冲断层、叠瓦状构造、蛇绿岩等,局部显示混杂堆积的特征,其褶皱轴面及冲断面一般向西倾斜,总体走向变动于北北东—南北—北东向之间,呈S型展布。

这一成矿带由于盖层较厚,金属矿化微弱,仅发育与蛇纹岩有关的铬铁矿、铜、钼硫化物矿化及菱镁矿、滑石等少数矿点。岩带内岩体呈带状展布、分段集中、成群分布,主要由蛇纹石化纯橄榄岩和方辉橄榄岩组成。岩体侵位于三叠系、白垩系和始新统,侵位时代可能为晚白垩世—始新世。该类超镁铁岩是蛇绿岩的主要组成部分,应是印澳板块和滇缅马陆块结合的产物。带内已发现矿产地20余处。在曼尼普尔邦一些地方的基性—超基性岩中发现有含镍或含镍、钴的铜硫化物矿化,矿体呈脉状或透镜状,含镍为0.33%~0.6%不等。铬铁矿分别产于橄榄岩、蛇纹石化橄榄岩、方辉橄榄岩、纯橄榄岩中。矿体呈透镜状、囊状产出,矿石构造有条带状、结核状、浸染状和块状,品位Cr₂O₃为35.49%~49.05%,有些地区见有含镍的铜硫化物。另外还有一个含镍钴的磁铁矿矿床,预测矿石储量1 000×10⁴t,含Fe₃O₄ 65.25%,Cr₂O₃ 4.45%,Ni 0.65%,Co 0.09%。该矿床的成因与白垩纪—晚始新世的蛇绿岩有关。通过20世纪70年代后期到80年代初的深入研究,确定该带内还发育与基性和超基性岩体有关的金矿化。可划分为2种类型:岩浆型金矿化产出在超基性侵入体之中,伴生有铬铁矿和磁铁矿化,有的金矿化还出现在辉长岩—辉石杂岩体内的硫化物中;热液型金矿化主要产出在超基性岩体蛇纹石化过程中形成的蛇纹石脉内,有斜方金铜矿及金—铜矿物,也有含金矿物与铜一起产出在含金石英脉中,含金石英脉产出在超基性岩体及周围的沉积岩中。

2.1.2 密支那—卑谬岛弧成矿带(I₂)

西邻印—缅山脉中部,东面北段以中—缅山脉西缘之掸邦边界断裂为界,南段沿敏建—勃固山脉一线毗连实皆—仰光弧后盆地,北部则与东喜马拉雅山相连。岸上部分长约1000 km,呈向北变宽的带状展布。往南在安达曼海内可继续追踪约3000 km抵

表 1 东南亚中南半岛成矿单元与矿产分布
Table 1 Metallogenic units and distribution of mineral resources
in the Central South Peninsula of Southeast Asia

一级成矿单元	二级成矿单元	主要矿产	典型矿床
I (西缅甸弧盆系成矿省)	I ₁ (那加—若开构造岩浆成矿带)	铬、铁、铜	缅甸姆韦当小型铬矿床, 勒公育瓦 (Leganywa)、忍宾文 (Zinbinkwin)、水芳因 (Shwelaungyin) 等铬铁矿点
	I ₂ (密支那—卑谬岛弧成矿带)	铬、铜、金、锑	缅甸望濊钙碱性火山岩含铜硫化物矿床, 蒙育瓦斑岩铜矿床、皎帕托热液 (卡林) 型金矿床
II (滇泰马地块成矿省)	II ₁ (腾冲—八莫—曼德勒陆缘山弧成矿带, 即东南亚西部锡矿带)	锡—多金属、金	泰国的比劳克 (Pitok) 钨锡矿床, 中国腾冲小龙江河锡矿床、梁河来利山锡矿床, 缅甸 Modi Taung-Nankwe 造山带型金矿床
	II ₂ (保山—腊戍—东枝断块成矿区)	铅、锌、银、锑、铜	缅甸包德温、溴水、金厂铅锌矿床, 中国南腊、芦子园、核桃坪铅锌矿床
III (吕都—思茅—南邦中间地块成矿省)	III ₁ (临沧—清迈岛弧成矿带)	钨、锡、锌、锑、铁、铜	中国景洪勐宋锡矿和勐海布朗山锡矿床
	III ₂ (无量山—南邦成矿带)	钨、锡、锑、金、铅-锌、铜、石膏	缅甸克拉宾 (Krabon) 金矿床, 寨洪 (Chac Hom)、帕坎山 (Doi Pha Khan)、帕哈德 (Pha Had) 锑矿床, 中国兰坪金顶巨型铅锌矿床
	III ₃ (镇沅—金平断褶成矿带)	金、铜、镍	镇沅老王寨金矿床、墨江金矿床、大平金多金属矿床、金平白马寨铜镍矿床
IV (印支地块成矿省)	IV ₁ (黎府断褶成矿带)	铜、金、锌	泰国普龙 (Phu Long) 大型斑岩铜矿床、普欣勒菲 (Phu Hin Lek Fai) 和普桐达埃 (Phu Thong Daen) 中型斑岩铜矿床
	IV ₂ (金边盆地成矿区)	金、钨、钼	柬埔寨龙川高地金-钨矿化
	IV ₃ (呵叻盆地成矿区)	钾盐、石盐、石膏	泰国呵叻高原超大型盐类矿床, 老挝万象超大型钾盐矿床
	IV ₄ (边和—大叻断褶成矿带)	铝、锡、钨、铜	越南大叻大寨钨锡矿床、大叻钼矿床
	IV ₅ (昆嵩隆起成矿区)	铝、金、铜、铁	越南方和铝土矿、蓬苗金矿、德布锌铜矿床
	IV ₆ (长山断褶成矿带)	铁、金、银、铀	越南河静石溪铁矿床
	IV ₇ (马江—桑怒岛弧成矿带)	铬、铜、镍、铅、锌、铁、金、锑、锡	越南古定铬铁矿床、塔富铅锌矿床、福劳-班欣锡矿床、版幅铜镍矿床、清化营社铁矿床
	IV ₈ (黑水河裂谷成矿带)	铜、铁	越南老街辛归铜稀土矿床、博萨铁矿床
V (华南地块成矿省)	V ₁ (越北隆起成矿带)	铁、锡、铅、锌	越南巴马锌铅矿床、克定砂锡矿床
	V ₂ (河江—高平—太原断褶成矿带)	铁、铜、镍	越南高平铁矿床、那格铅锌矿床、高平静宿钨矿床、高平硫化铜镍矿点
	V ₃ (大新—德保—安龙成矿带)	铝、锰、金	越南大新锰矿床、德保铝土矿床、安龙矿床、兴仁金矿床
	V ₄ (越南沿海多金属成矿区)	铜、锡、铅、锌、锑	越南鸿基铜矿床、棉着伟晶岩锡矿床、平辽-芒街铅锌锑矿床

达苏门答腊第三系盆地。

按板块构造自西往东还可划分为印—缅外岛

弧、葡萄—卑谬弧内海槽和莫罕—劈磅内岛弧 3 个三级地质成矿单元。

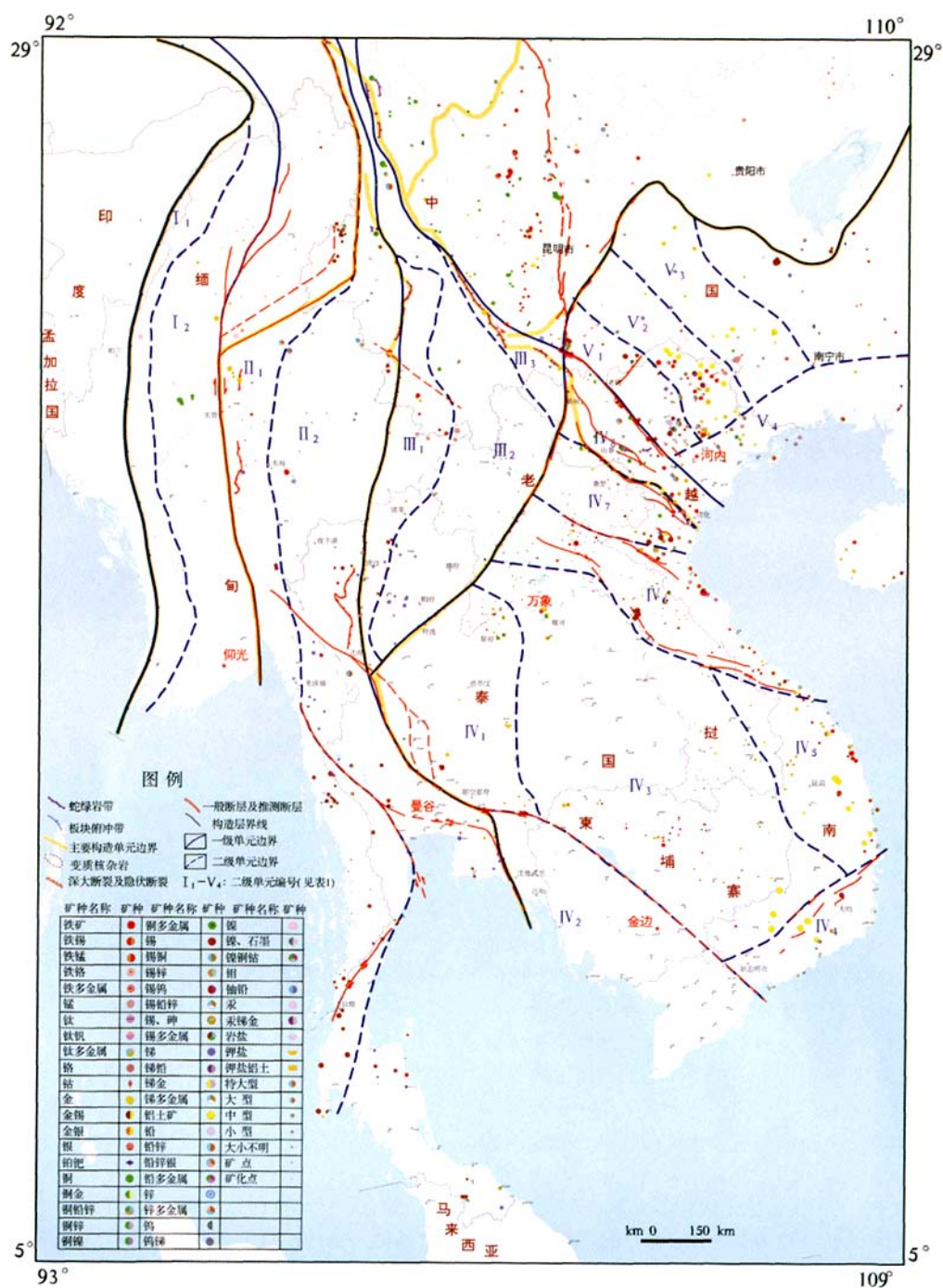


图 1 东南亚中南半岛主要成矿单元与矿产分布

Fig. 1 Metallogenic units and distribution of mineral resources in the Central South Peninsula of Southeast Asia

盆地沉积岩主要为中新统、渐新统、始新统及少量古新统,其上覆有中新世—第四纪碎屑岩,下伏有白垩系,可能还有侏罗系、三叠系或更老的岩石。大陆环境的影响往北增强。第三纪泥质、细砂质岩石形成在远离东面大陆(中-缅山脉)的陆棚环境下,往西并入地槽型复理石沉积区。沉积岩总厚度超过 10000 m。

与沿外岛弧构造接触带(印-缅山脉东坡)展布的基性—超基性火成岩带相平行,在相当于内侧火山弧(内岛弧)的构造位置上发育有一条北北东—南南西向晚中生代及新生代基性、中酸性火山岩带,可追踪大约 1200 km。

弧间海槽又可细分为多个具第三纪—第四纪沉积物的次级盆地,且出露有较老的结晶岩,变质岩地层的隆起区几乎每隔 2 个纬度就存在一个。这些隆起区大多沿横切海槽的总体走向分布。自渐新世以后,它们已影响到次级盆地的沉积相、厚度及类型。最北部的 2 个隆起区出露有结晶杂岩和较老的地层,往南一般仅出露或隐伏有古近系或磁性岩石基底。

海槽内第三纪、第四纪沉积物已不同程度地遭受由水平挤压及断块作用引起的区域构造变形。变形强度取决于盆地的宽度,局部可出现断距超过 1000 m 的逆冲断层,个别背斜能追索 100 km,背斜轴常被水平错断成“雁列状”,局部倒转并发育大量逆冲断层。在次级盆地的边缘特别容易出现断块。

本带主要发育与内岛弧钙碱性新近纪—更新世中酸性火山岩链有关的黑矿型铜矿床,与沿外岛弧、岛弧北部展布的基性—超基性火成岩带有成因联系的镍、铬、硬玉、贵金属(铂族元素)矿床和与中酸性岩浆活动有关的铜、金、锑矿化。带内已发现金、铜矿床(点)10 余处,主要为斑岩型铜矿或斑岩型铜矿与黑矿型铜矿的过渡类型伴生金。浅成热液金矿床和与斑岩有关的含金铜矿床在空间上和成因上均与缅甸中央火山弧有关,它们可能同属于该火山弧的高位岩浆体系。典型矿床有望澜钙碱性火山岩含铜硫化物矿床和实皆省的蒙育瓦斑岩铜矿床,其次为热液型金矿床,见于实皆省的皎帕托和皎巴萨特。有人认为皎帕托金矿可能为卡林型金矿。该矿带可与中国西藏的康马尔—林芝矿带对比,与冈底斯火山岩浆带有关^[3]。

关于铂族金属,在钦敦江上游乌尤河谷、梅扎河

上的杰沙附近淘洗砂金时,从砂金中获得铂(2.53%)、铱(1.04%)与钌(1.04%)。在一采自梅扎河和卡泥的含金样品中,发现含 20%的铂和 40%的铱、钌的黄金颗粒。典型矿床有与中酸性岩浆活动有关的望赖铜矿床和文多—密支那区与安山质岩浆活动有关的热液脉状金矿床。

2.2 滇泰马断块成矿省(Ⅱ)

该成矿省位于滇泰马板块西北边缘喜马拉雅—燕山期前陆缘褶皱带,也是后期印度板块东缘现代岛弧的弧后陆壳区。其范围介于怒江—瑞丽—实皆缝合线与昌宁—孟连—清迈—庄他武里—劳勿缝合带所夹持的地带。前寒武纪基底分布在西部中缅山脉中,北部称抹谷系,是缅甸境内最老的岩石。抹谷系主要由深变质的片麻岩、混合岩夹大理岩及石英岩组成,有大量混合岩化作用形成的伟晶岩、正长岩、花岗岩分布,同时伴随有刚玉、红宝石、蓝宝石、尖晶石矿物出现,其下与巨厚的昌马支群为角度不整合接触。下古生界属冒地槽沉积,沿怒江以西槟榔江地区变质形成混合岩带,有矽线石、红柱石等高温矿物出现,称高黎贡山群。上古生界地层多由碳酸盐岩夹碎屑岩、火山凝灰岩、玄武岩组成。全区在华力西晚期隆起,燕山晚期发生褶皱,强度由东向西减弱,东部地区有 131 Ma、77.50 Ma 的深熔花岗岩高侵位。西部地区接近密支那断裂带有延伸较长的燕山晚期超基性杂岩带分布,是密支那缝合带的组成部分。喜马拉雅期全区隆起,再次褶皱,强度由西向东减弱并伴有火山活动。

该成矿省由西部的腾冲—八莫—曼德勒陆缘山弧成矿带和东部的保山—东枝断块铅、锌、银成矿区 2 个二级成矿单元组成,其间以怒江断裂、芒市—瑞丽断裂等断裂带为界(图 1)。

2.2.1 腾冲—八莫—曼德勒陆缘山弧成矿带(Ⅱ₁)

位于西缅甸岛弧成矿带东部,以密支那碰撞带与之分开(图 1)。这一成矿带系东南亚锡—多金属成矿带的西带,是寻找锡、钨、铜等有色金属,金、铂、钯等贵金属和宝石等的重要地区。缅甸密支那北部的马兰基性—超基性岩风化壳中据少量样品化验有金、铂、钌、铱矿化。另外,在实皆省瑞敦一带也发现有岩浆型金铂矿点,在梅扎河矿点所采样品的铂含量达 2.35 g/t,具十分良好的找矿远景。其次在因纳当—太公当一带已发现 10 余处铬铁矿(化)点,矿石品位较富并具有一定规模,如位于实皆西部贡达西

侧产于橄榄岩中的铬铁矿 Cr_2O_3 含量达 49%, 矿石量超过 $147 \times 10^4 \text{t}$, 达中型规模。缅甸南部德林达依(丹那沙林)地区长达 1200 km 的含锡花岗岩带, 属东南亚锡矿带的中带。该区除砂锡矿外还有 30 多个矿床(点), 包括锡、钨、铜、钴、独居石、石墨、铁矿等。如孟邦和克伦邦的钨、锡、锑矿和曼德勒的锑矿等。

腾冲-八莫-曼德勒陆缘山弧成矿带向北延伸进入中国滇西与波密-察隅-腾冲锡-钨-稀有多金属矿带相连(图 1)。带内的矿化与花岗岩有关, 多为云英岩型和矽卡岩型, 年龄多在 60~30 Ma 之间, 个别为 113 Ma 及 84 Ma^[9]。其代表矿床有腾冲小龙河锡矿和梁河来利山锡矿。近年来在缅甸抹谷变质岩系发现造山带型金矿床(Modi Taung-Nankwe 金矿床)。

2.2.2 保山-腊戍-东枝断块成矿区(Ⅱ₂)

保山-腊戍-东枝断块铅、锌、银成矿区位于腾冲-八莫-曼德勒陆缘山弧成矿带之东, 东以临沧-双江碰撞带与临沧-清迈岛弧成矿带为界(图 1)。区内出露最老的地层在缅甸境内为昌马支群, 不整合覆于抹谷结晶片岩之上, 其上又被更晚的寒武纪地层层不整合覆盖; 在滇西为震旦纪-寒武纪公养河群。晚寒武世后, 该区地壳相对稳定, 华力西运动使该区地壳活动增强。上石炭统具冈瓦纳相的沉积特征。在该区南段马来西亚的凌家卫岛上发育有具冈瓦纳沉积特征的石炭纪-二叠纪似冰碛岩。保山-东枝断块铅、锌、银成矿区向北延伸进入中国保山-耿马铅-锌-汞-锑矿带, 该矿带长 200 km 以上。溴水、金厂铅锌矿和云南镇康鲁子园铅锌矿处于同一个铅锌多金属成矿带, 是近年来在缅甸中部紧邻云南边境地区新发现的大型高品位铅锌矿。这一带还存在巨大的铅锌找矿远景。

典型矿床:包德温铅-锌-银矿床、波赛登贡铅-锌矿床、金腊铅-锌-银矿床等。

2.3 昌都-思茅-南邦中间地块成矿省(Ⅲ)

其西界为昌宁-孟连-清迈-庄他武里-劳勿缝合带, 东界为红河-哀牢山断裂, 南界为莫边府-难河-程逸缝合带。该成矿带形成于昌都-思茅-南邦中间地块, 以澜沧江-南邦断裂和九甲-墨江断裂为界, 可进一步划分为 3 个二级成矿带: 临沧-清迈岛弧成矿带、无量山-南邦成矿带和镇沅-金平断褶成矿带。

2.3.1 临沧-清迈岛弧成矿带(Ⅲ₁)

该成矿带位于一条延伸规模较大、活动期数较多、延续时间较长的叠加型火山岛弧。该火山岛弧总的延伸中心线约在东经 100° 线上, 南北长约 1000 km, 东西出露宽度 50~150 km。西界与保山-掸邦弧后盆地毗邻, 东界为澜沧江-南邦断裂与无量山-南邦成矿带分界。岛弧形成于新元古代, 其后活动期数至少有 2 期。第一期俯冲活动发生在华力西中期泰滇马板块与冈瓦纳大陆分离前的断裂活动期, 时间大致在泥盆纪-石炭纪之间(351~280 Ma), 俯冲带位置大致在现今澜沧江以西的临沧花岗岩侵入地带, 表现为北段临沧地区有蓝闪石高压低温带, 与蓝闪石共生的多硅白云母 Rb-Sr 同位素年龄值为 260~280 Ma, 华力西期火山岩及 295 Ma 的花岗岩侵位(凤庆)。中段清迈地区存在华力西期镁铁质超基性岩、蛇绿岩及片麻状结构的斑状黑云母花岗岩带, 它们侵入到奥陶系-泥盆系浅变质岩中, 又被上石炭统砾岩不整合覆盖。第二期俯冲活动发生在华力西晚期至印支期滇泰马板块与印支板块碰撞缝合期, 时限介于华力西晚期至印支期, 俯冲带在澜沧江东岸, 大体可能为中生界晚期地层覆盖后清莱断裂带附近东部洋壳向西俯冲, 西侧北段临沧地区为大面积深熔花岗岩侵入(244~210 Ma); 泰国中部深熔 S 型花岗岩亦在同期形成, 清迈一带主要花岗岩基的形成时间为 $240 \text{ Ma} \pm 64 \text{ Ma}$ (芬县-夜连岩体)、 $237 \text{ Ma} \pm 25 \text{ Ma}$ (通廊岩体)。两区所见的花岗岩构成岛弧带中主体含锡的花岗岩带, 其 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值较高, 多数在 0.722~0.733 之间, 应属造山期形成的低压高温岩浆岩带, 之后尚有二叠纪火山岩分布, 其时限延至燕山期。北段临沧地区东部为优地槽沉积区, 属深变质混合岩带, 称澜沧群, 内有与火山岩系有成生联系的沉积-变质型铁矿; 澜沧江西部分地区为冒地槽沉积区, 有一套浅变质的冒地槽沉积, 称勐洪群和西盟群, 包含震旦系至下寒武统。岛弧中段清迈地区为一套混合岩化黑云母片麻岩、眼球状片麻岩、变质程度明显高于有化石依据的早古生代地层, 确切时代尚无直接依据, 一般称特鲁陶群(缅甸部分称抹谷岩系)。

该带矿产与华力西晚期-印支早期花岗岩有关, 其中锡、钨矿化是重要的矿化之一, 主要分布在泰国北部清莱、清迈及达府一带, 向北沿湄公河延伸至中国临沧地区。已知的有关花岗岩体有茅县-夜

速(同位素年龄值为 $240\text{Ma} \pm 94\text{Ma}$)、斑洪($242\text{Ma} \pm 9\text{Ma}$)、通廊($234\text{Ma} \pm 25\text{Ma}$)等华力西期花岗岩体和沙蒙($201\text{Ma} \pm 22\text{Ma}$)、堆沙吉-巴宝($215\text{Ma} \pm 13\text{Ma}$)、达府($213\text{Ma} \pm 10\text{Ma}$)、坤丹($212\text{Ma} \pm 12\text{Ma}$)等印支期花岗岩体。该带的花岗岩体均属碰撞期深熔高侵位的S型花岗岩带^[1]。花岗岩体主要为斑状黑云母花岗岩-白云母二长花岗岩-花岗岩。本带的锡矿床类型以伟晶岩和细晶岩含矿为主,带中的花岗岩平均Sn含量为 64×10^{-6} ,是世界花岗岩平均Sn含量(3×10^{-6})^[14]的20倍,具有一定的成矿潜力。

该带还有锑矿化,主要呈囊状及交代脉状,产出在碎屑岩及花岗岩中。主要的矿石矿物为辉锑矿和黄锑矿。矿石矿物与容矿岩石及花岗岩中的石英或玉髓共生。有些锑矿脉与萤石、重晶石及硫化物共生。与矿化有关的花岗岩主要为三叠纪-侏罗纪的角闪石黑云母花岗岩。此外,在清迈岛弧地带中的燕山晚期-喜马拉雅期花岗岩中也有锡、钼及铜矿化。泰国惟一有意义的接触交代型钨矿床就产出在该带之中。在清迈岛弧前缝合线挤压带有呈NNE向展布的金矿化。沿清莱-达府缝合带蛇绿岩带及其东侧分布。金矿点集中出露在石英正长斑岩、石英闪长玢岩、花岗岩侵入体发育的区域,但其围岩多为古生代变质岩系及火山岩。黑云母花岗岩的侵位对金的富集有重要作用。破碎挤压带、硅化、黄铁矿化、绿泥石化等蚀变带是金矿化富集的有利场所。该带主要的金矿化类型有与花岗岩破碎蚀变带有关的矿床,主要分布在澜沧岛弧内及其西侧,沿澜沧断裂带分布有与蛇绿岩有关的基性火山岩和与超基性岩有关的金矿床。

2.3.2 无量山-南邦成矿带(Ⅲ2)

该带位于印支板块向北西推挤延伸的楔状中生代边缘拗陷,西以澜沧江-清莱断裂带与澜沧-清迈岛弧分界,东以九甲-墨江断裂带为界,南以莫边府-难河-程逸缝合带为界。拗陷无明显的基底,华力西期可能处于洋壳之上。自晚古生代起,特提斯洋壳开始向东西两侧俯冲,在其俯冲前沿海沟内,沉积了多期火山岩和火山碎屑岩,这些岛弧型火山岩在澜沧江东岸为中基性、基性安山玄武岩和玄武质安山岩,在南邦与难府之间见有二叠系火山集块岩、拉斑玄武岩、安山岩、凝灰岩、流纹岩夹含纺锤虫灰岩的完整层序。石炭系沉积层中亦有类似的火山岩组合。拗陷中部的上古生界则为以碳酸盐岩为主的冒

地槽沉积,东部邻近墨江-黑水河岛弧带有志留系-泥盆系深海相笔石页岩分布,其上为泥盆系假整合接触带。

华力西晚期至印支晚期,随着板块碰撞,洋壳封闭并导致古生界褶皱。其后,断块活动形成地堑型拗陷盆地,内有厚万米以上的三叠系-古近系盖层沉积。造山期后的盆地拗陷沉积始于印支早期,北部兰坪-思茅地区在印支早中期隆起,缺失早、中三叠纪沉积,盆地陷沉积始于拉丁期至卡尼期,形成甲丕拉组。值得注意的是,拗陷西侧邻近岛弧地带的南邦群中下部及甲丕拉组中,仍有较多火山凝灰岩夹于复理石沉积之中,但其性质有别于岛弧活动期的火山岩,应属碰撞期后沿裂隙、沟壑喷发的非地槽型火山岩。

燕山期开始为拗陷下陷沉积的主要时期,侏罗系-白垩系陆相红层(南面有海相夹层)厚万米以上,其中晚白垩世-古近纪期间分布有范围极广的含盐岩系,南部含钾盐。

喜马拉雅期开始,拗陷处于收缩期,至始新世后盆地关闭,随后褶皱隆起,形成山地。中新世后,沿裂谷、沟壑发育有串珠状的山间盆地,湖沼沉积中有褐煤及烃类矿产。南部滨海地区,沿湄南河断陷带海水北侵,形成沟壑型新生代盆地,沉积有厚逾3000m的海陆交替相及近代三角洲相沉积。

该带广泛发育有早古生代至早中生代时期的同造山期和前造山期大陆边缘花岗岩浆侵入活动。与这些侵入岩,特别是与二叠纪-侏罗纪花岗岩侵入有关的钨锡矿化不明显,主要发育金矿化。泰国境内的难府-纳拉特金矿带已知有30多个金矿点,主要分布在难府-程逸蛇绿岩带西侧的碱性斑岩、燕山期花岗岩及超基性岩体附近,向北沿湄公河延入老挝西北部及云南。该带除金矿以外,还有铅、锌、铜及钼矿化。该带还广泛发育与多期基性-中性-酸性火山喷发和溢出活动,特别是与美国西部大盆地新生代时期广泛发育的与火山活动有关的大型卡林型金矿床相似的成矿环境及成矿特征,发育与这种金矿化有关的辉锑矿化、萤石化和重晶石化等。泰国境内的庄他武里锡-锑-金-铜-宝石矿带、清迈锡-锑-宝玉石矿带、南邦锡-锡-玉石矿带、潘县钨-锡-锑矿带等,构成东南亚锡矿带的中带。在兰坪-思茅地区该成矿带主要发育于中生代凹陷,进入中国滇南为兰坪-思茅铅-锌-银多金属成矿带。在云

南境内已发现兰坪金顶特大型铅锌矿、兰坪菜子地铅锌矿、德钦南佐铅锌矿、云龙白羊厂铜矿等大中型矿床。

此外,在思茅一带,层控低温汞-锑矿亦极为重要,如维西石门锑矿床、兰坪温水汞矿床、巍山石崖村锑矿床、笔架山锑矿床、黑龙潭汞矿床等。该矿带向北在德钦附近可能因澜沧江缝合带之故一度消减,然后再向北以中国的玉龙矿带复出。除金属矿外,该带还在勐腊、江城、景谷、兰坪等古近纪盆地中发育石盐、石膏和钾盐矿床。

2.3.3 镇沅-金平断褶成矿带(Ⅲ₃)

矿带位于扬子地块西侧,受晋宁期形成的红河断裂和华力西晚期—印支期形成的哀牢山断裂、九甲—墨江断裂 3 条线性构造夹持的呈北西向延伸的哀牢山变质地体的控制^[9]。红河、哀牢山断裂之间的深变质岩系原是扬子地块的基底,在推覆构造作用下出露地表,可能为太古宙—元古宙优地槽沉积。哀牢山断裂、九甲—墨江断裂夹持的浅变质岩系是以晚古生代为主的火山—沉积岩系。区域构造经历了加里东—华力西早期大陆边缘沉积、华力西中晚期古特提斯拉张、华力西末期—印支早期挤压等一系列地质构造过程,到印支中期古特提斯发育为陆缘岛弧,印支晚期强烈造山形成目前的基本构造格局。喜马拉雅带内又经历了推覆和韧性剪切转化为走滑等构造过程。上述地质过程导致的构造岩浆和构造流体作用为该带金、铜(铅锌)、镍矿化提供了充分必要的条件。典型矿床有镇沅老王寨金矿床、墨江金矿床、元阳大坪金多金属矿床、金平白马寨铜镍矿床、长安金矿床等。

2.4 印支地块成矿省(Ⅳ)

印支地块成矿省是在印支地块的基础上发育起来的,其南西界为梅平断裂连接庄他武里缝合带,北西侧以难河—程逸—奠边府缝合带为界,北东侧以红河断裂为界。其范围包括泰国东部、老挝中部和南部、越南南部和柬埔寨,由黎府断褶成矿带(Ⅳ₁)、金边盆地成矿区(Ⅳ₂)、呵叻盆地成矿区(Ⅳ₃)、边和—大叻断褶成矿带(Ⅳ₄)、昆崙隆起成矿区(Ⅳ₅)、长山断褶成矿带(Ⅳ₆)和马江—桑怒岛弧成矿带(Ⅳ₇)、黑水河裂谷成矿带(Ⅳ₈)、8 个次级成矿单元组成(图 1)。

2.4.1 黎府断褶成矿带(Ⅳ₁)

该带介于南邦褶皱带与呵叻盆地之间,是印支板块北西部的华力西晚期边缘褶皱带。基底出

露新元古界变质岩系,加里东期属隆起区,下古生界不发育,上古生界为冒地槽沉积,以碳酸盐岩建造为主,并以其中有少量火山岩分布而有别于西部的同期沉积岛弧带。泥盆系与下伏地层常为假整合接触,并直接超覆于古生界变质岩系之上。华力西晚期有强烈构造运动。上二叠统属陆相沉积,局部发育下三叠统,不整合于二叠系之上。该带发育华力西晚期碱性正长斑岩,在黎府、庄他武里等地有印支早期花岗岩岩株。三叠系—下白垩统呵叻群沉积岩内夹有火山岩。上新世或更新世期间,区内再次褶皱隆起,形成华力西晚期以后的多期叠加褶皱带。该带特别是泰国东北部的黎府地区,广泛发育有交代或接触交代变质型的铜、铅、锌矿床和斑岩铜矿。特别需要指出的是,通过近年来的广泛调查,发现该带有金矿化,在黎府—廊开一带,可望找到特大型金矿床。金矿化主要与白垩纪—第四纪石英闪长斑岩有关。

铜矿化在黎府地区具有较好的潜在远景。已知的黎府南 10 km 处的 Phu Thong Daen 铜矿床和黎府东约 15 km 处的 Phu Hin Lek Tai 铜矿床,发现于 20 世纪 60 年代,属斑岩型矿床。成矿围岩是泥盆纪—二叠纪的钙质页岩、砂岩、粉砂岩、石灰岩。这些围岩经区域变质作用形成板岩、千枚岩、泥板岩、石英岩等,成矿母岩主要为三叠纪的花岗岩和安山玢岩。侵入岩体的接触带有矽卡岩、大理岩、角岩等。黎府斑岩铜矿及其他贱金属矿床中,接触交代型铜矿床大都产于石炭纪和三叠纪钙质岩系,这些铜矿床的产出多与正磁异常相吻合。钻探证实,黎府地区斑岩铜矿床的储量总计矿石约 $5000 \times 10^4 \text{ t}$,其中含铜约 0.65%,这一地区的铜矿床可能与三叠纪安山玢岩的侵入有关,分布于丰沙里—黎府—罗文真火山弧带中段黎府、廊开(Nong Khai)地区,出露地层主要有志留系—泥盆系变质碎屑岩夹基性—酸性火山岩、石炭系碎屑岩夹灰岩和二叠系灰岩夹碎屑岩,有三叠纪花岗岩侵入。已知矿产地 10 余处,其中大型斑岩铜矿 1 处(普龙 Phu Long),中型斑岩铜矿 2 处(普欣勒非 Phu Hin Lek Fai、普桐达埃 Phu Thong Daen),金、金铂、铅锌、铁锰矿化若干处。此外,在黎府断褶带的普米杨山发育有铜、金、锌等矿化^[10]。

2.4.2 金边盆地成矿区(Ⅳ₂)

该成矿区位于叠加在呵叻盆地南部的新生代盆地中,基底由中生代呵叻群、印支期花岗岩和更老的

变质岩系组成。盆地于晚白垩世后形成,是地堑裂谷活动背景下受拉张、挤压下沉作用影响而发生的地堑型盆地,发育次大陆相沉积,现为湄公河下游三角洲沉积区,沉积厚度 2000~3000 m。

钼-金矿化远景区位于湄公河三角洲盆地的龙川高地,东界后江,南界龙川迪石一线,北界越南和柬埔寨边界,西临罗湾,面积 500 km²,是最小的成矿区。区内被第四纪洪积和冲积砂、砾石、粘土所覆盖,仅零星分布几个三叠纪—侏罗纪花岗岩体,已知有辉钼矿化和砂金矿化^[17]。

2.4.3 呵叻盆地成矿区(IV₃)

该成矿区叠加在元古宙昆嵩陆块向西延伸的中生代盆地中,属华力西晚期至印支早期以后沿地堑裂谷带发展起来的拉张断陷盆地。

呵叻盆地被 NWW 走向的普潘山脉分割为 2 个次级盆地,北部称沙空那空盆地,南部称乌汶盆地,均为巨厚的呵叻红层所覆盖,盆地边缘有少量上三叠统及侏罗系一下白垩统分布。盆地中心宽阔,内有巨厚的含盐系地层沉积。含盐层共有 3 层,均为泥质岩(生油层)所隔,下部盐层厚达 300 m,其上部发现钾盐(光卤石及次生钾盐);中部盐层较薄,仍见少量钾盐分布;上部盐层薄,未见钾盐层,盐层中有硬石膏及石膏层分布。此外,近年在石油钻井中发现含铀、含铜砂岩层,具有工业远景,石油天然气亦有发现。呵叻盆地属高热流值分布区,地温梯度达 40℃/km,但盐层中仅为 8.3~10℃/km。

矿区以发育石盐—钾盐矿床为特征,位于呵叻高原及其北、东侧,受控于中生代盆地。向北可与兰坪—思茅中生代盆地钾(岩)盐成矿带断续连接。思茅地区有勐腊尚勇和江城勐野井大型钾盐矿床、江城镇东和景谷温凯大型岩盐矿床等分布;丰沙里、彭世洛一带也断续有含盐层分布。盆地由上三叠统红色砂岩、砾岩、页岩,侏罗系红色砂岩、粉砂岩和白垩系红色砂岩、页岩、砾岩组成。本成矿带含钾(岩)盐地层为上呵叻群顶部的马哈沙拉堪组,时代为晚白垩世,也可能延续至古新世,主要由互层的或犬牙交错的蒸发岩和红褐色粘土、粉砂岩组成,最厚 945 m,含 3 个蒸发盐岩段;本组底部以硬石膏层与下伏红层过渡。带内已知大、中型钾盐和石盐矿床 8 处^[18]。

2.4.4 边和—大叻断褶成矿带^[19](IV₄)

构造位置位于大叻海西褶皱带,呈 NE 向分布,北界为缓和—大叻一线,南界藩切—边和一线,包括

林同、庆和、宁顺、平顺等省区,面积约 42000 km²。泥盆纪—早石炭世砂泥质与硅质建造的浅变质岩系不整合覆盖于基底元古宇变质岩系之上,中、晚石炭世陆源砂泥质建造又不整合在浅变质岩系之上,且有多处花岗岩侵入。再上为二叠纪英安岩、早三叠世海相火山(流纹岩)—沉积建造和中三叠世—早侏罗世海相泥质碎屑岩建造,最上面为新近纪—第四纪玄武岩所覆盖。本区华力西期花岗岩属于钙碱性二长质花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩等。构造线不明显,据物探资料推测,有 2 条隐伏大断裂呈 NE 向分布,一为缓和—大叻断裂,一为金兰湾—朗藩断裂。本区已发现金属矿产地 20 余处,大型金矿床 1 处(茶囊 Tra Nang)、大型锡钨矿床 1 处(大寨 Da Trai),中型铅锌矿床 1 处(洲泰 Chau Thai),铅锌、铜铅锌、金矿点和矿化点若干处。锡钨矿床与晚白垩世斑状花岗岩小岩体关系密切,属黑钨矿—锡石—石英脉型,伴生砂锡钨矿化。洲泰铅锌矿床与晚侏罗世—白垩纪火山岩有关,伴生铜、金、银,属火山岩型块状硫化物多金属矿床。茶囊金矿床产于侏罗纪火山岩和中酸性侵入岩的断裂带中,属含金石英脉金—黄铁矿—毒砂组合,伴生大型砂金矿床。其中铝土矿主要是玄武岩风化壳红土型的巴老铝土矿床,次为花岗岩风化壳红土型的大叻铝土矿点。此外,还有边和铜矿点、嘉北铅(锌)矿床、新盛铅锌矿床、克龙法钨矿点、铅铜矿点、砂锡矿点、铜钨锡矿点、大叻金矿点和 6 个钛铁砂矿点。另在柬埔寨南部的豆蔻山等地发现宝石等非金属和铝、锡、钨等矿化。该矿化带和马来西亚东海岸的锡矿亦称为东南亚锡矿带的东带。

2.4.5 昆嵩隆起成矿区^[19](IV₅)

该带分布于昆嵩隆起区,其北界约在岷港—车邦一线,南界约在缓和—大叻一线,西至老、柬 2 国边界,东临南海,主要沿昆嵩(Kon Tum)地块边部分布。昆嵩地块由太古宙麻粒岩、元古宙角闪岩及多期次花岗岩、花岗混合岩构成,上覆中三叠统裂谷型碎屑岩、灰岩、流纹岩,中侏罗统磨拉石相砂、砾岩,新生界玄武岩和砂、砾岩。元古宇有 2 套变质岩系,一为深变质型,由角闪石榴黑云母片麻岩夹角闪岩组成,有时由钙碱性片麻岩和伟晶质、长英质正片麻岩及片麻状花岗岩组成;一为中变质型,由各种片岩夹石英岩、大理岩和角闪岩等组成。它们大面积出露,在隆起边缘岷港与朱莱之间的安德坳陷的东

西向狭长地带,有上古生界至中生界厚达 6000 m 的海相碎屑泥质建造,是陆内断陷盆地。隆起区及西缘有大量的新近纪—第四纪玄武岩(总面积为 $2.3 \times 10^4 \text{ km}^2$)覆盖。本区已知金属矿产地约 33 处,其中铝土矿床(点)产地 15 处,金矿床(点)9 处,铜矿床 1 处,钨矿点 1 处,铅锌矿床 2 处,铁矿床 5 处(含大型铁矿 1 处,广义)、中型铁矿 2 处(龙盛、慕德)、小型铁矿 2 处。本区所有的铝土矿床(点)都属玄武岩风化壳红土型矿床。金矿床(点)主要产于元古宙变质岩系中的含金石英脉内(如蓬苗大型金矿)和砂卡岩内(如福山金矿),而宝石则产于玄武岩风化壳或元古宙变质岩中或花岗岩中。德布铜锌矿床、莫盟铅锌矿床则均产于元古宇片岩中。蓬苗金矿床产于地块东北缘的元古宙片麻岩和片麻状花岗岩的断裂带中,以金为主,伴生银、铜、铅、锌,属含金石英脉金—黄铁矿—毒砂组合。总之,本区是一个以铝土矿、金矿为主的成矿区。

2.4.6 长山断褶成矿带^[9](IV₆)

该成矿带北界为兰江,南界约在岷港至老挝车邦一线,主要沿越、老交界的长山花岗岩带呈北西向展布,是一个发育于断褶带基础上的成矿带。带内主要出露古生代地层,西部近呵叻盆地有中生代地层分布,伴有多期花岗岩浆侵位,成矿与花岗岩浆活动关系密切,以铁—铜、金矿化为特点。目前工作程度较低,发现并勘探了越南最大的铁矿——河静石溪铁矿,储量达 $6 \times 10^9 \text{ t}$,属镁质砂卡岩型磁铁矿床,并伴有稀土金属矿床。

长山成矿带由巨厚的地槽相砂泥质建造,经浅变质的龙带河群、大江群与沉积间断面之上的中石炭世—二叠纪碳酸盐岩建造及白垩纪陆相岩层组成。构造形态上,中奥陶统至泥盆系强烈褶皱成线状构造,其上明显地覆盖着产状近于水平的中石炭统至二叠系灰岩,故认为是华力西期构造运动之产物。区内岩层中有中奥陶世花岗岩侵入体,侵入于下古生界和泥盆系大型花岗岩基的时代可能为华力西期。本区有几个巨大的自东而西的推覆体,推覆距达数十千米,推覆构造为 NW 走向。带内已知铁、金、铜、锡、铅、锌等矿产地 72 处。可划分为 4 个次级成矿区:①川矿铁、金、铜、铅、锡成矿区,②甘蒙锡、金、铅成矿区,③车邦金、铜、铅、锡成矿区,④岷港金、铅、锌、铁成矿区。铁矿除河静石溪砂卡岩型磁铁矿床产于华力西期花岗岩体与泥盆系灰岩的接触带

外,其余 4 个小型铁矿和 5 个锰矿床(点)均产于石炭系灰岩中,而顺化金矿点则为花岗岩体中的含金石英脉。稀土金属矿床是石溪铁矿的伴生矿,矿化与古近纪花岗岩体有关。近年来,澳大利亚矿业公司在该带发现并开采 Sepon 斑岩型铜—金矿床。

2.4.7 马江—桑怒岛弧成矿带^[9](IV₇)

该成矿带是一个在岛弧演化基础上发育的成矿带,包括马江铬、镍、铜、钴、锰成矿区和桑怒铜、铅、锌成矿区。马江成矿区位于金沙江—哀牢山—马江结合带内,受控于马江超镁铁质岩带。该岩带沿清化努山(Nui Nua)、桑怒北、莫边府一带分布,呈北西走向,往北可与哀牢山超镁铁质岩带连接。带内已知 20 余个岩体,主要由纯橄橄榄岩、方辉橄橄榄岩、二辉橄橄榄岩组成。该成矿区主要由元古宙变质岩系(包括片麻状花岗岩)和下古生界中浅变质岩系(片岩、石英岩、大理岩等)组成。在复背斜轴部或其南侧有三叠纪的花岗岩侵入体和基性超基性岩侵入体展布。本成矿带目前主要在复背斜东南段发现了铬、金、锑、铁和宝石矿(点)14 处,其中铬、镍矿床 2 处,含大型砂铬矿床 1 处(努山古定 Co Dinh)、小型硅酸镍矿床 1 处。铬铁矿床与超基性岩体有关,如著名的清化古定铬铁矿床。以泥盆纪陆源—碳酸盐岩建造为容矿岩石的有金、锑矿床和红土型铁矿床。清化古定铬铁矿床位于清化西南约 20 km 处的竹山超基性岩体(由蛇纹石化橄橄榄岩、辉橄岩和橄辉岩组成)的东侧,为一洪积—冲积型砂矿床。砂矿由上至下可分为:下部为含铬铁矿砂质粘土层、由白色泥岩组成的下胶结层;上部为含铬铁矿砂质粘土层等,厚约 10~60 m,分布面积很大。矿石含量占洪冲积物总量的 2%~5%,矿石粒径小于 0.5 mm,由细粒铬铁矿组成,矿石含 Cr_2O_3 1.8%~4.3%,矿石总储量达数百万吨,是一个特大型矿床。桑怒铜、铅、锌成矿区分布于成矿带北东部分的莫边府、桑怒、义安一带,主要受控于三叠系及侵入其中的花岗岩浆活动。

2.4.8 黑水河裂谷成矿带^[9](IV₈)

位于马江结合带和红河大断裂之间的黑水河裂谷盆地及其南西侧的莱州—清化复背斜,受控于黑水河中酸性岩浆岩带及基性超基性岩带。带内出露地层主要为上二叠统一下三叠统玄武岩,中—上三叠统砂岩、页岩、灰岩、玄武岩,上三叠统砾岩、砂岩、页岩,上侏罗统一白垩统玄武岩、安山岩、流纹岩、凝灰岩,上白垩统陆相红色砂砾岩,构成一轴向北西

的盆地,盆地北东、南西边缘有古生界和前寒武系分布。其特点是具有厚逾7000m的泥盆系。

除中泥盆世、中石炭世和二叠纪形成碳酸盐岩建造外,其他时代的地层均为碎屑泥质建造和火山沉积建造,晚三叠世诺利期为含煤建造,侏罗纪—白垩纪为陆相盆地砂砾岩,西部有印支期花岗岩侵入体,沿中心轴断裂(北西向)展布有三叠纪基性—超基性岩带。中酸性和基性超基性岩浆岩带分别位于黑水河盆地及其与南西侧莱州—清化复背斜交接的部位,它们与成矿关系密切。成矿带呈北西走向,已知矿产地50余处。主要矿产有铜、镍、铅、锌、银、金、锑等。

2.5 华南地块成矿省(V)

华南地块成矿省西界为红河断裂,北界为师宗—弥勒断裂,是在华南地块的基础上发育起来的(图1)。该成矿省包括4个次级成矿单元:越北隆起成矿带(V₁)、河江—高平—太原断褶成矿带(V₂)、大新—德保—安龙断褶成矿带(V₃)和越南沿海多金属成矿带(V₄)。越南北部的多个大中型铜镍矿床、金矿床、铅锌矿床均分布在该成矿省,如老街—范士坂铜矿区,探明铜储量达数百万吨;老街—安沛铁矿带,长200 km,宽20~30 km,包括老街博萨、保和勒村、文磐贵乡、安沛大朴等大、中型铁矿床,是越南资源潜力最大的铁成矿省。

2.5.1 越北隆起成矿带^[19](V₁)

该成矿带位于越北准地台西部,在红河深断裂与河江—文山断裂之间。基底元古宇变质岩系发育,产有含铁石英岩矿床、石英岩矿床和大理岩矿床。盖层仅有下寒武统、泥盆系、三叠系散布于隆起边缘,在老街下寒武统变质岩系中产有磷灰石(老街磷矿)和石墨。在基底岩系中有岩浆岩侵入,形成巨大的片麻状微斜长石二云母花岗岩或浅色碱性花岗岩,同位素年龄为650Ma。分布于穹隆边缘的水浒花岗岩带,北西可与个旧—文山—马关花岗岩带连接,主要形成于白垩纪。此外,还有零星散布的三叠纪、侏罗纪—白垩纪的小型黑云母花岗岩或二云母花岗岩体,与这些侵入岩体有关的矿化有锡、铅锌矿化。沿齐江深断裂展布的一些印支期(三叠纪)超基性岩、花岗岩的小岩体产有宝石矿。金属矿化有铁、锡(钨)、铅、锌矿化等。

该成矿带北西进入云南境内,与个旧—马关锡、钨、铅、锌、银、锑成矿带相连,有与晚白垩世花岗岩

关系密切的马关县都龙、个旧市卡房—老厂、蒙自县白牛厂等大型锡多金属矿床,有构造裂隙控制的建水县荒田、砚山县芦紫冲大中型铅锌矿床和广南县母利、西畴县小溪坝大中型锑矿床。

2.5.2 河江—高平—太原断褶成矿带^[19](V₂)

该成矿带是越北黑色、有色金属的主要成矿区,其西界为河江—北件断裂,南界为太慈—同登断裂,东止于富宁(中国)—高平(越南)断裂带。因此该成矿带向北东延伸到中国云南、广西。主要地质事件是晚三叠世的大规模隆起,包括三叠系在内一起形成呈北东向展布的宽缓褶皱,多呈短轴状穹隆构造。同时,邑比花岗杂岩体沿断裂高侵位并穿过穹隆核部,中生代晚期继续隆起,在晚白垩世至古近纪时,几个浅色含锡花岗岩体沿穹隆及深断裂交叉处侵入,在高平、三岛山附近与安川盆地分界,断裂带有基性—超基性和花岗岩体侵入,年龄值为178~90Ma,时代为晚三叠世—早白垩世。由NW向的褶皱构造和NW、NE、SN向3组断裂带组成弧形构造带。泥盆纪陆源—碳酸盐岩建造是本区的重要含矿层位,几乎所有的铁、锰、钛和锡多金属矿床的形成都与其密切相关;晚二叠世地层底部的铁铝层是铝土矿的产出层位。该成矿带可划分出3个三级成矿单元:谦河铁矿区、叠加其上的高平—谅山锰铝矿带和北件(丰格)锡多金属矿带。

2.5.3 大新—德保—安龙成矿带^[19](V₃)

位于华南地块成矿区的最东侧,呈NW向展布,出露地层主要是新太古界—志留系和下泥盆统一—中三叠统。主要矿化为铝、锰和金。典型矿床有大新锰矿、德保铝土矿和安龙、兴仁金矿。总之,该成矿区矿产资源丰富,是寻找铁、铜、镍和富锰的重要远景区。

2.5.4 越南沿海多金属成矿区^[19](V₄)

本成矿区构造上可能为华力西期褶皱带,与安州盆地以东西向弧形的东湖—芒街深断裂为界。由早古生代线状褶皱经过区域变质的浅变质碎屑泥质建造组成,不整合面之上是晚古生代以碳酸盐岩建造为主的岩层,再上又是一个不整合面,其上为晚三叠世诺利期含煤建造。本区岩浆岩仅有小规模侏罗纪—白垩纪花岗岩体呈零星散布。构造上发育东西向线状褶皱和呈东西向延伸的断层,且被NW向断层切割。沿东西向断裂零星分布有铜、锡、铅、锌、锑矿点和滨海型钛铁砂矿,如鸿基铜矿点,锦着伟晶岩

锡矿点,平辽-芒街铅锌、锡矿点和芒街-先安沿海钽铁砂矿。

3 结 论

作为洲际成矿带——特提斯成矿带的一个重要组成部分,东南亚中南半岛经历了陆核形成、板块活动和板内活动 3 个演化阶段,每个阶段都有复杂的演化历史和特征矿产。尤其是自古生代以来,历经古特提斯和新特提斯多旋回的周期性洋陆转换,形成现在的大地构造格局和丰富多样的矿产资源。在古老陆核结晶基底区形成沉积变质型铁、铜和稀土金属矿床(分布于元古宙范士坂变质结晶基底中的老街博萨大型火山变质沉积铁矿床和老街辛归大型沉积变质型铜(稀土金属)矿床)。在板(断)块的结合带形成典型的与基性—超基性岩浆活动有关的铬铁和铜镍硫化物矿床(越南清化古定大型铬铁矿床、塔布大型铜镍硫化物矿床和缅甸若开铬铁铜成矿带、杭巴-望濂铬铜金成矿带等)。在板内沉积凹陷区形成盐类矿床(泰国呵叻高原特大型钾盐-石膏矿床和老挝万象特大型钾盐矿床)。在造山带的各个演化阶段形成与花岗质岩浆活动有关的斑岩铜金矿床(老挝 Sepon 矿床)、火山沉积改造型铅锌矿床(中缅毗邻区金腊矿床)、造山带型金矿床(缅甸 Modi-Tang-Nankwe 矿床)和与 S 型花岗岩有关的钨锡矿床(东南亚西部、中部和东部锡(钨)矿带)。

东南亚中南半岛具有极其复杂的地质演化历史,由于整体研究程度较低,本文成矿带的划分是初步的,随着研究工作的不断深入,必将会有新的发现和认识。期待同行们的批评指正。

致谢:编图和研究工作是在前人工作的基础上进行的,研究工作得到彭齐鸣、卢民杰、连长云、李文昌、李方夏、张翼飞、赵准、颜景耀、王宝禄等专家的指导与帮助,特向他们表示感谢。参加此项研究工作的主要人员还有谢蕴宏、李定平、张忠伟、刘俊来、冯庆来等。

参考文献

- [1] Cobbing E J, Mallick D I J, Pitfield P E J, et al. The granites of the Southeast Asian Tin Belt[J]. *Journal of the Geological Society, London*, 1986, 143: 537-550.
- [2] Yokart B. Late-stage alteration and tin-tungsten mineralization in the Khuntan Batholith, northern Thailand[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2003, 21: 999-1018.

- [3] Mitchell A H G. The Modi Taung-Nankwe gold district, Slate belt, central Myanmar: mesothermal veins in a Mesozoic orogen[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2004, 23: 321-341.
- [4] 陈永清, 卢映祥, 黄静宁, 等. 中缅毗邻区金腊 Pb-Zn-Ag 多金属矿田元素、稳定同位素和流体包裹体地球化学[J]. *地球科学——中国地质大学学报*, 2009, 34(3). 待刊.
- [5] 吴振寰, 唐昌韩, 乌统旦. 中国周边国家地质与矿产[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.
- [6] 施俊法, 李友枝, 金庆花, 等. 世界矿情(亚洲卷)[M]. 北京: 地质出版社, 2006.
- [7] Tan B K. "Suture zones" in peninsular Malaysia and Thailand: implications for palaeotectonic reconstruction of southeast Asia[J]. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 1996, 13: 3-5.
- [8] Metcalfe I. The Bentong - Raub Suture Zone[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2000, 18: 691-712.
- [9] Wang X, Metcalfe I, Jian P, et al. The Jinshajiang-Ailaoshan Suture Zone, China: tectonostratigraphy, age and evolution[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2000, 18: 675-690.
- [10] Qinglai Feng. Stratigraphy of volcanic rocks in Changning - Menglian Belt in southwestern Yunnan, China[J]. *Journal of Earth Sciences*, 2002, 20: 657-664.
- [11] Metcalfe I. Permian tectonic framework and palaeogeography of SE Asia[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2002, 20: 551-556.
- [12] Wakita K, Metcalfe I. Ocean Plate Stratigraphy in East and Southeast Asia[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2005, 24: 679-702.
- [13] 戴自希. 我国周边国家矿产资源的分布和潜力[J]. *国土资源情报*, 2001, 11: 36-43.
- [14] Turekian K K, Wedepohl K H. Distribution of the elements in major units of the Earth crust[J]. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 1961, 72: 172-192.
- [15] 罗君烈, 杨友华, 赵准. 滇西特提斯的演化及主要金属矿床成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [16] Economic and Social Commission for Asia and The Pacific. Atlas of Mineral Resources of the Escape Region (7): Laos People's Democratic Republic[M]. United Nations, Publication, Bangkok, Thailand, 1990.
- [17] Economic and Social Commission for Asia and The Pacific. Atlas of Mineral Resources of the Escape Region (8): Cambodia[M]. United Nations, Publication, Bangkok, Thailand, 1990.
- [18] 郭远生, 吴军, 朱延浙, 等. 老挝万象钾盐地质[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2002.
- [19] Economic and Social Commission for Asia and The Pacific. Atlas of Mineral Resources of the Escape Region (6): Viet Nam[M]. United Nations, Publication, Bangkok, Thailand, 1990.
- ① 李方夏, 赵应龙, 王卓之, 等. 东南亚地质矿产与矿业经济. 云南省地质矿产局、云南省计划委员会, 1995.
- ② Norasing Chounramang. Let's Know Sepon Gold/Copper Project. 2005: 1-4.
- ③ 林方成, 李兴振, 刘朝基, 等. 东南亚地区地质矿产对比研究项目成果报告. 地质调查项目成果报告, 2006: 333-364.