

文章编号:1009-3850(2013)02-0103-10

## 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

施美凤<sup>1</sup>, 林方成<sup>1</sup>, 刘朝基<sup>1</sup>, 李兴振<sup>1</sup>, 王宏<sup>1, 2</sup>

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081; 2. 中国地质科学院研究生院, 北京 100037)

**摘要:**东南亚缅泰老越柬五国与中国西南邻区在大地构造上位于特提斯构造域东段与西太平洋构造域相交接地带, 复杂的地质构造演化造就了该区丰富的矿产资源。通过近年来对东南亚中南半岛及中国邻区的地质、构造、岩浆及矿产研究, 在大地构造单元划分基础上, 本文将研究区划分为两个一级成矿域(特提斯成矿域、环太平洋成矿域)、3个二级成矿省(滇缅马成矿省、印支成矿省、扬子-华夏成矿省)和17个三级成矿带。并对各成矿带的地质及成矿特征进行了简单阐述。

**关键词:**成矿带;成矿特征;东南亚;缅甸;泰国;老挝;越南;柬埔寨

中图分类号:P617

文献标识码:A

### 引言

东南亚缅、泰、老、越、柬五国与中国邻区在大地构造上位于特提斯构造域东段与西太平洋构造域相交接地带, 经历了多期次多岛弧体系的构造演化, 成矿作用复杂多样、区域矿产资源丰富。

前人对东南亚地区系统的成矿带划分研究较少<sup>[1-2]</sup>, 本文在近年来对东南亚五国地质背景及成矿规律研究的基础上, 按区域成矿学上全球成矿域→成矿省→成矿区(带)→成矿亚区(带)→矿田→矿床的六级划分方案, 对东南亚五国及我国邻区的成矿单元进行了划分。其中, 对于研究区东部的印支成矿省与华夏成矿省边界及三级成矿带的划分与部分学者的划分方案有所不同, 二级成矿省的划分与二级构造单元划分一致, 其区域成矿作用是全球性大地构造-岩浆旋回演化的某一阶段或作用于不同性质古构造单元而造就的成矿单元。滇缅马成矿省与印支成矿省的划分边界为澜沧江-清莱-文

冬-劳勿结合带<sup>[3-4]</sup>, 也是南北大陆的分界。印支成矿省的东部边界以金沙江-哀牢山-马江结合带为界, 有学者把西部昌宁-孟连-清迈-庄他武里-劳勿结合带作为南北大陆的分界, 并将它以东至红河-哀牢山及奠边府-难河-程逸结合带的区域划分为昌都-思茅-南邦成矿省<sup>[1-2]</sup>。但最近有研究指出, 泰国东北部的难河-程逸蛇绿岩带并不是古特提斯洋盆消减的结合带, 而是弧后盆地<sup>[5-6]</sup>。

### 1 成矿带划分

研究区主要由多岛洋的闭合碰撞拼接而成, 不同的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和分布。本文参考前人的划分方案<sup>[1]</sup>, 根据对研究区构造单元的划分, 并考虑已知矿床(点)的空间分布特征, 将研究区划分为3个二级成矿省(滇缅马成矿省、印支-华夏成矿省、扬子成矿省), 17个三级成矿带(表1, 图1)。三级

收稿日期: 2012-08-22; 改回日期: 2012-08-30

作者简介: 施美凤(1984-), 助理工程师。现从事东南亚地质矿产研究工作

资助项目: 国外矿产资源风险勘查专项资金项目“东南亚地区重要成矿带成矿规律与优势矿产资源潜力评价研究”、国土资源地质大调查项目(1212011120337)和“东南亚地区成果集成与综合研究”课题联合资助

成矿带是二级成矿省内的单一成矿地质背景(如岩浆弧、稳定地块、被动大陆边缘等)范围内圈出的低级次的成矿带,在有利成矿区段内受区域构造-成岩-成矿作用控制的几种矿床类型集中分布的地区。

三级成矿带的划分原则:①大地构造单元与成矿地质背景相结合;②含矿岩石建造、成矿时代、主要矿种及其成因类型相结合;③构造单元界线与矿种分布相结合。

表1 东南亚中南半岛与中国西南邻区成矿带划分表

Table 1 Classification of the metallogenic belts in Southeast Asia and the neighbouring southwestern part of China

二级成矿省	三级成矿带	主要矿床类型	主要成矿时代
滇缅马成矿省	I-1 印缅山脉铬镍成矿带	岩浆分异型、风化型	晚白垩世-第四纪
	I-2 西缅金铜成矿带	浅成低温热液型金矿、斑岩-块状硫化物型铜金矿、砂金	古近纪
	I-3 道茂-密支那铬镍金铂成矿带	岩浆型铬矿、风化残余型镍矿	白垩纪-第四纪
	I-4 腾冲-毛淡棉钨锡铋成矿带	云英岩型、石英脉型钨钨矿、低温热液型铋矿	白垩纪-早第三纪
	I-5 保山-掸泰铅锌银金铋铁成矿带	MVT型、SEDEX型、岩浆期后热液型铅锌银矿、低温热液型铋矿、热液型金矿等	寒武纪、中生代
	I-6 临沧-景栋锡钨金铁锰成矿带	岩浆热液低温热液型钨锡铁矿、残积-冲积型钨锡矿、低温热液型铋矿	燕山期、第四纪
印支成矿省	II-1 景洪-帕府金铋铜成矿带	低温热液脉型金矿、铋矿、斑岩型铜矿、砂金	二叠纪-三叠纪、三叠纪-侏罗纪、第四纪
	II-2 思茅-大叻铁铜铅锌金铝钾盐成矿带	沉积型铜矿、钾盐、VHMS型铜矿、热水沉积型铅锌矿	古近纪、中晚志留世、印支期-燕山期
	II-3 万象-昆崙钾铝铜金铅锌成矿带	残留海相蒸发沉积钾盐、热液型金矿、铜矿、风化残积型铝土矿、砂金	晚侏罗世-古近纪、三叠纪-侏罗纪、第四纪
	II-4 长山铜铁钨锡铅锌金成矿带	高温热液型锡矿、热液型铜金铁矿、岩浆热液型铅锌矿、砂锡砂金	志留纪、晚石炭世、印支期、第四纪
	II-5 金沙江-哀牢山-马江铬镍铁铜金成矿带	火山沉积变质型铁铜矿、岩浆型铬镍铂钨矿、风化型铬镍矿、	前寒武纪、晚二叠世-早三叠世、始新世、第四纪
扬子华夏成矿省	III-1 海南铁金成矿带	火山沉积改造型铁矿、浅成低温热液型金矿	新元古代、早白垩世晚期
	III-2 宣光-北海钨锡铅锌银铋成矿带	MVT型铅锌矿、石英脉型钨锡矿、矽卡岩型白钨矿、热液型金矿、砂锡、砂金	燕山期
	III-3 金平-和平铁铜铅锌金铋成矿带	沉积变质-热液改造型铜矿、火山-沉积变质型铁矿 岩浆热液型铅锌矿、热液型金矿	元古代、早寒武纪、海西期、燕山期
	III-4 扬子陆块东南缘钨钨钨铝铋铁铜铋金铅锌成矿带	岩浆热液型钨钨矿床、沉积型铁铋矿、岩溶沉积型铝土矿、岩浆热液型金矿、砂金	燕山期、泥盆纪、三叠纪、第四纪
	III-5 扬子陆块西缘铜金铁钨成矿带	斑岩型铜金矿	印支期、燕山晚期、喜马拉雅期
	III-6 扬子陆块铁铜铅锌铝钨锡成矿带	火山沉积-变质型铁铜矿、热液型铜金矿、岩浆型钨钨磁铁矿、铜镍铂族金属矿、岩浆热液铜钨钼稀土矿	元古代、晚二叠世、喜马拉雅期

## 2 成矿带成矿地质特征

### 2.1 滇缅马成矿省

包括印缅山脉结合带到澜沧江-清莱-劳勿结合带之间的滇缅马陆块区,其沉积与古生物群具有亲冈瓦纳大陆的特征<sup>[3]</sup>,它由西缅陆块、腾冲-德林达依陆块、保山-掸泰陆块及夹于其间的道茂-密支那结合带和潞西-抹谷结合带构成。

#### 1. 印缅山脉铬镍成矿带(I-1)

构造上同于印缅山脉结合带,是印缅山脉洋盆(雅鲁藏布江洋东端的一个分支)于白垩纪-第三

纪俯冲闭合的产物。该带西侧由耶道-济盖断裂将其与阿萨姆-若开前渊带分开,东边与缅甸西部盆地之间为那加断裂系所隔(图1)。那加断裂系从马达班湾向北延伸1500km,整个断裂系都伴有基性、超基性岩带。

带内铬镍成矿主要受白垩纪-始新世<sup>[1]</sup>就位的那加-若开蛇绿岩带的控制,容矿岩性主要为蛇纹石化纯橄榄岩和方辉橄榄岩。铬镍矿床(点)主要分布在结合带东部,带内已知矿床(点)16处,其中代表性矿床有缅甸姆韦当大型风化硅酸镍矿、姆韦当小型岩浆分异型铬铁矿,均属于晚白垩世-新生

代形成的与镁铁质-超镁铁质岩有关的岩浆分异-后生风化型铬镍成矿系统。

## 2. 西缅甸金铜成矿带(I-2)

该矿带指缅甸中部的第三纪盆地,盆地由东部盆地、西部盆地和其间的中央火山弧带组成(图1)。中央火山弧带从海岸地区向北延伸逾1200km,至缅甸北部碧玉矿区和Loi-Mye山以北,再向北可接被实皆断裂右行错移400~500km至敏贡一带的道茂-密支那结合带。火山弧北东段在班茂以北与道茂-密支那结合带相叠合,前者叠加在后者之上。弧两侧盆地沉积古近系和中新世(火山)沉积岩系。

带内已知铜金矿床(点)61个。主要发育古近纪与中酸性火山活动有关的浅成低温热液型金矿及与中酸性火山-浅成侵入岩有关的斑岩-块状硫化物型铜金矿,两者共同构成与火山弧高位岩浆体系及弧缘沉积体系有关的斑岩-块状硫化物-浅成低温热液型铜金成矿系统。典型代表矿床有实皆省的蒙育瓦斑岩型-块状硫化物(过渡)型大型铜(金)矿、皎帕托和皎巴萨特热液型金矿床。西缅甸金铜成矿带可与中国西藏的康马尔-林芝矿带对比,后者与冈底斯火山岩带有关。在火山岩带下部可能有斑岩型铜金矿床发育。此外,在中央火山岩带尚有众多的砂金(铂)矿产出,如分布于上伊洛瓦底江及其支流一带的卡尼(Kani)、下钦敦(Chindwin)、吾尤(Uyu)等砂金铂矿点。

## 3. 道茂-密支那铬镍金铂成矿带(I-3)

该带沿缅甸东北部道茂-密支那结合带展布(图1),由两个岩段组成:密支那(Myitkyina)岩段北起葡萄(Putao),经密支那、南达太公当(Tagauung Taung),长约450km,南西被实皆大断裂切截;道茂(Tawmaw)岩段北起自枯门岭(Kumon Ridge)西侧胡冈(Hukawng)谷地以东,南达当东隆以东,长约150km,南西亦被实皆大断裂切截。岩体主要由纯橄榄岩、方辉橄榄岩、二辉橄榄岩、异剥橄榄岩、辉石岩、辉长岩等组成。密支那结合带向北与我国雅江结合带相连。

道茂-密支那铬镍金铂成矿带受控于镁铁-超镁铁岩带,带内已知矿床(点)45个。代表性矿床有密支那岩段的太公当大型风化残余型硅镁镍矿、太公当小型岩浆型铬矿、三奈(Sanlaik)镍矿点等;道茂岩段的邦茂茂(Pangmawmaw)、南杉茂(Namshamaw)、马合(Mahok)、道茂等岩浆型铬铁矿。此外,还有产于镁铁-超镁铁岩裂隙中的小型后

期热液脉状铜矿、金矿和砂金铂矿。它们一起构成了道茂-密支那与镁铁质-超镁铁质岩相关的岩浆-热液-风化残余(残坡积)型铬镍金铂成矿带。

## 4. 腾冲-毛淡棉钨锡铋成矿带(I-4)

该矿带位于实皆大断裂东侧的腾冲-德林达依陆块内,东至泸水-龙陵大断裂及潞西-抹谷结合带,向南为潘隆(Panlaung)断裂(即掸邦陡崖断裂系格劳冲断带西界断裂),南段大致在茂奇-桑卡拉武里-碧武里-春蓬-甲米一线,直至马来西亚的凌加卫岛(图1)。由我国滇西的波密-腾冲一带,向南延伸至缅甸中部、泰国西部、马来半岛直至印度尼西亚锡岛,成矿带总长可达3800km,为世界上最长、最主要的锡钨矿带。

腾冲-毛淡棉钨锡矿主要受控于腾冲-德林达依花岗岩带,该花岗岩带相当于Cobbing<sup>[7]</sup>划分的西花岗岩带,带内发育S型花岗岩和I型花岗岩,但以S型为主,且出现自东向西由老到新的分带<sup>[8]</sup>,I型花岗岩分别分布在腾冲-德林达依陆块东、西两侧。与钨锡成矿有关的花岗岩主要是壳熔S型花岗岩类,它们的形成与晚侏罗世潞西-抹谷洋闭合后腾冲-德林达依陆块与保山-掸泰陆块碰撞及晚白垩世道茂-密支那洋闭合后西缅甸微陆块与腾冲-毛淡棉微陆块碰撞造山过程密切相关<sup>[9]</sup>。

带内已知矿床(点)121处。主要钨锡成矿类型有:①接触带云英岩型和石英脉型钨锡矿床,如腾冲小龙河大型锡矿、梁河来利山大型锡矿;②接触带锡石-黑钨矿-石英脉(或云英岩)型矿床,如缅甸茂奇中型钨锡矿床;③风化壳-冲积型锡矿床,如泰国普吉攀牙湾大型砂锡矿、缅甸甘保中型锡矿、海因达中型砂锡矿等。钨锡主要成矿时代为白垩纪-早第三纪。铋矿主要分布在缅甸东南部的毛淡棉微陆块,位于三塔北西向左旋断裂的北东侧,呈北北西向展布,呈辉铋矿-石英脉状、浸染状产于石炭系墨吉群砂板岩、砂岩层间和裂隙以及二叠系灰岩中。总之,本带成矿主要受控于S型花岗岩及上古生界(主要石炭系)地层,两者共同造就了钨锡成矿系统的发育,形成规模巨大的腾冲-毛淡棉钨锡铋成矿带。

## 5. 保山-掸泰铅锌银金铋铁成矿带(I-5)

位于腾冲-德林达依成矿带之东侧,东以昌宁-孟连-清迈结合带为界,该结合带向南在泰国的南奔与达府之间地带与作为南北大陆分界的澜沧江-清莱-劳勿结合带交汇(图1)。在泰国南部半岛,该成矿带可能延至童颂-沙敦一带,其东部边界大致在北

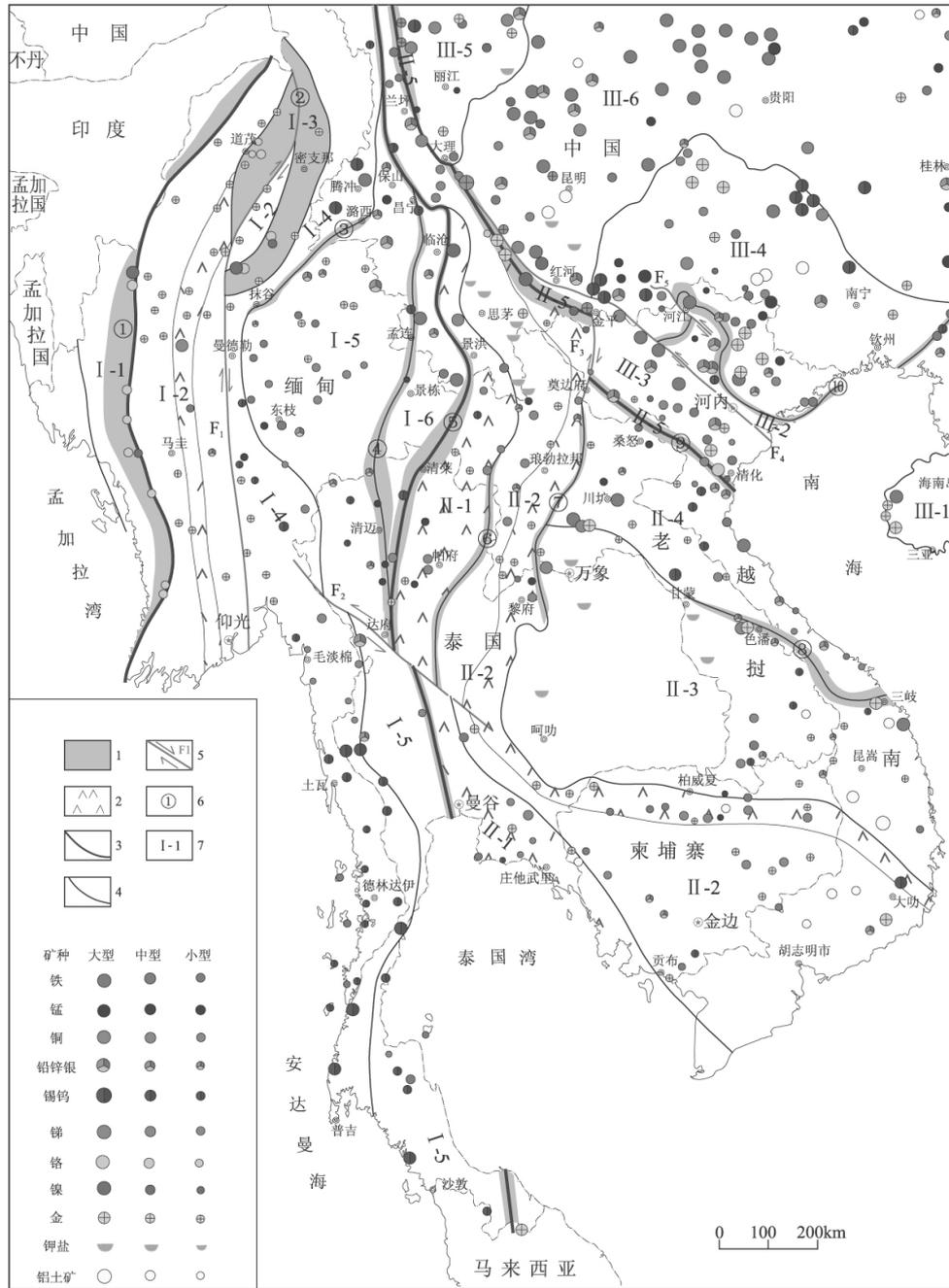


图1 东南亚五国及中国邻区主要矿床分布及成矿带划分图

1. 蛇绿混杂岩带; 2. 大型火山弧带; 3. 二级成矿省分界; 4. 三级成矿带分界; 5. 走滑断裂; 6. 结合带编号; 7. 成矿带编号. ①. 印缅山脉结合带; ②. 道茂-密支那结合带; ③. 路西-抹谷结合带; ④. 昌宁-清迈结合带; ⑤. 澜沧江-清莱结合带; ⑥. 难河-沙缴-贡布结合带; ⑦. 哀牢山-斯雷博河结合带; ⑧. 色潘-三岐结合带; ⑨. 金沙江-哀牢山-马江结合带; ⑩. 红河-陆川结合带. F1. 实皆断裂; F2. 宾河断裂; F3. 奠边府断裂; F4. 红河断裂; F5. 斋江断裂

Fig. 1 Distribution of major mineral deposits and division of metallogenic belts in Southeast Asia and neighbouring southwestern part of China

1 = ophiolitic mélangé zone; 2 = volcanic arc belt; 3 = boundary of the second-order metallogenic provinces; 4 = boundary of the third-order metallogenic belts; 5 = strike-slip fault; 6 = suture zone number; 7 = metallogenic belt number. ① = Indo-Myanmar range suture zone; ② = Tawmaw-Myitkyina suture zone; ③ = Luxi-Mogok suture zone; ④ = Changning-Chiang Mai suture zone; ⑤ = Lancangjiang-Chiang Rai suture zone; ⑥ = Nan River-Sa Kaeo-Kampot suture zone; ⑦ = Ailaoshan-Srepok River suture zone; ⑧ = Sepon-Tam Ky suture zone; ⑨ = Jinsha River -Ailaoshan-Song Ma suture zone; ⑩ = Chay River-Luchuan suture zone. F1 = Sagaing fault; F2 = Ping River fault; F3 = Dien Bien Phu fault; F4 = Honghe fault; F5 = Chay River fault

大年-巴东以东一线。保山-掸泰陆块具前寒武纪结晶基底,新元古代-寒武纪出现活动型的复理石(公养河群和昌马支群浊积岩)沉积<sup>[3]</sup>。西部主体在古生代为稳定型碳酸盐岩和浅海碎屑沉积,东部为一套被动陆缘型碎屑岩、碳酸岩及火山岩沉积<sup>[10-12]</sup>。

带内已知矿床(点)110处。其中,铅、锌、银矿主要分布在北段的保山-缅甸北掸邦高原和泰国的达府-北碧一带,成因上与酸性火山岩和下古生界(主要为奥陶系)碳酸盐岩及其中的构造裂隙有关,典型矿床类型有:①寒武纪火山岩黄铁矿型铅、锌、银多金属矿床,如缅甸包德温大型铅、锌、银矿;②中生代碳酸盐岩热卤水改造型(MVT型)铅、锌矿床,如云南镇康芦子园大型铅、锌矿、泰国北碧省通帕蓬(Thong Pha Phum)区KEMCO大型锌矿床等;③中生代碳酸盐岩沉积-改造型(SEDEX型)铅、锌矿床,如泰国松多中型铅、锌矿、缅甸洛景中型铅、锌矿等;④中生代岩浆期后热液型铅、锌矿床,如云南镇康南腊中型铅、锌矿、缅甸金厂中型铅、锌、银矿、缅甸臭水中型铅、锌、银矿等。金、锑、铁矿主要分布在南掸邦,金矿有热液型和砂矿两种类型;锑矿为晚古生代低温热液辉锑矿-石英脉型,如缅甸克伦邦帕安(Bani)中型锑矿;铁矿为上古生界(主要泥盆系)灰岩风化残余红土型和硫化矿床氧化带铁帽型。

#### 6. 临沧-景栋锡钨金铁锰成矿带(I-6)

该成矿带构造上称临沧-景栋微陆块,夹持在昌宁-孟连-清迈结合带和澜沧江-清莱结合带之间,南端终止在泰国南奔以南,向北延可接北羌塘(图1)<sup>[13]</sup>。主体由前寒武纪变质岩和晚三叠世-白垩纪花岗岩带构成。花岗岩主要是三叠纪的同碰撞壳熔-二长花岗岩,但岩石特征上明显具有过渡型花岗岩特征<sup>[14]</sup>,多形成大的复式岩基。北部有临沧花岗岩基<sup>[15]</sup>,形成于滇缅马陆块与思茅陆块大陆碰撞造山过程的后碰撞阶段(219Ma,晚三叠世)<sup>[16]</sup>。南部有坤丹花岗岩基(Khoun Tan Batholith),而南延的杭察(Khuntan)斑状黑云母花岗岩被认为是坤丹花岗岩基的主幕。

该带发育岩浆热液-低温热液型钨锡铁矿床和残积-冲积型钨锡矿床。已知钨锡矿床(点)72处,主要成矿类型有:砂卡岩型白钨矿床,如泰国莫克山(Doi Mok)中型白钨矿;接触带锡石-硫化物型矿床,如泰国那空是贪玛叻大型锡矿、拉博中型锡矿等;低温热液型钨铁矿床,如泰国考松(Khao Soon)中型钨铁矿;残积-冲积型钨锡矿床,如泰国沙蒙

(Samoeng)中型砂钨锡矿床。此外,在花岗岩体外围侏罗系-白垩系碎屑岩中还发育低温热液型锑矿;在花岗岩和志留纪-泥盆纪片岩的内接触带附近的构造裂隙-层间破碎带内发育石英脉型金矿;在元古代受变质中基性火山岩建造中发育海相火山-沉积型铁矿,如澜沧惠民大型铁矿等。

#### 2.2 印支成矿省

指澜沧江-清莱-劳勿结合带与金沙江-哀牢山-马江结合带之间的印支陆块群(图1)。包括景洪-帕府-东马来西亚火山弧带、难河-沙缴-贡布结合带、思茅-大叻陆块、哀牢山-斯雷博河结合带、万象-昆嵩陆块、色潘-三岐结合带以及长山陆块,晚古生代-中生代古生物特征显示亲华南型<sup>[3]</sup>。

##### 1. 景洪-帕府金锑铜成矿带(II-1)

构造上介于澜沧江-清莱-文冬-劳勿结合带和难河-沙缴-贡布结合带之间(图1),主体由二叠纪-三叠纪火山-沉积岩系构成,可分为东西两条火山弧带,在泰国北部中间夹一个中生代南邦盆地。西部为景洪-清孔-达府火山弧带,向南衔接马来半岛东部火山弧带<sup>[13]</sup>;东部为梅曼火山弧带,向北接南澜沧江带的东弧火山岩带<sup>[17]</sup>,南为庄他武里火山弧带。两带都有I型花岗岩发育。

该带已知的铜、金、锑矿床(点)57处,与花岗岩伴生的矿化有碱金属、金、钼、锑、钨;铜、铁、金、锑、锰的矿化是形成于大量充分分异的I型花岗岩系列的末期阶段。达府的斑岩铜矿床和庄他武里省的Ban Nam Khum浸染状钼矿床,以及清莱-披差武里和那拉提瓦(陶公)的金是该区重要的斑岩型铜-钼-金矿化组合。此外,石英脉型金矿也较发育。铜金矿床主要形成时代为二叠纪、三叠纪。锑矿主要分布在泰国中南部的南邦-帕府地区和春武里-庄他武里一带,多呈辉锑矿-石英脉产于碎屑岩的构造角砾岩带中,为低温热液型,如泰国寨洪、帕府班宾帕坎山中型锑矿;其次为砂锑矿,如泰国春武里省空甲沙中型砂锑矿。

##### 2. 思茅-大叻铁铜铅锌金铝钾盐成矿带(II-2)

该成矿带西以难河-程逸-沙缴结合带为界,东至哀牢山-斯雷博河结合带(图1)。西部主要为中生代兰坪-思茅-彭世洛盆地,东部为墨江-黎府-罗文真火山弧带。

西部盆地内主要发育侏罗系-白垩系碎屑岩,盆地内及边缘带发育的铁、铜、铅、锌及钾盐矿多为沉积型或沉积-改造型矿床,成矿时代主要为中、晚三叠世和古近纪;代表性矿床有景谷县登海山沉积

型铜矿、兰坪县白秧坪大型沉积-改造型铜矿、金顶超大型热水沉积型铅锌矿等。思茅盆地内古新统的沉积型钾盐矿也是该带重要的矿产,大型钾、岩盐矿床有景谷县温凯岩盐、江城县勐野井钾盐、镇东岩盐,勐腊县尚勇钾盐等。

墨江-黎府-罗文真火山弧带沿呵叻高原西侧及南侧呈弧形展布,向北为太忠-李仙江火山弧。带内成矿主要受晚古生代-早中生代中酸性火山岩系及同成分的浅成侵入体控制。在北段的兰坪盆地边缘有中晚志留世与中酸性岩有关的海底喷流沉积型(VHMS)的大平掌铜多金属矿<sup>[18]</sup>;受控于中-上三叠统海相碎屑岩、碳酸盐岩夹中基性至中酸性火山岩系的铁铜铅锌矿,如景东县文玉铜铅矿、新山铁铜铅锌矿、兰坪菜子地铅锌银矿等。老挝丰沙里-琅勃拉邦-泰国黎府一带主要发育印支期-燕山期铅、锌、铜、金矿床,矿床类型有砂卡岩型、斑岩型、构造破碎蚀变型、热液型,代表性矿床有老挝琅勃拉邦省帕奔金矿、泰国黎府塔瓜-普苏安铅锌矿、黎府普桐达埃铜矿等。

### 3. 万象-昆嵩钾铝铜金铅锌成矿带(II-3)

该成矿带由万象-呵叻中生代盆地、公河构造带和昆嵩地块三个构造单元组成。西界和南界为哀牢山-斯雷博河结合带,北东界为色潘(Sepon)-三岐(Tam Ky)结合带(图1)。

万象-呵叻中生代盆地是一个跨单元的中生代上叠盆地,西部叠置在墨江-黎府-罗文真火山弧和哀牢山-斯雷博河结合带或晚古生代褶皱带上,东部叠置在公河构造带、色潘-三岐结合带及其以北的长山褶皱带上<sup>[13]</sup>。其沉积演化与思茅-彭世洛中生代盆地相类似,盆地内分布中新生代红色碎屑岩建造。泰国的呵叻盆地主要是三叠系-白垩系的呵叻群,最上部的马哈沙拉勘(Maha Sarakham)组是重要的产钾盐岩组。万象盆地含盐地层为古近系塔贡(Tha Ngo)组,甘蒙省和沙湾拿吉省主要发育上侏罗统参朋(Champhon)组上亚组,岩盐主要是残留海相蒸发沉积成因。

昆嵩地块由太古界、元古界及多期次花岗岩、花岗混合岩构成;上覆中三叠统裂谷碎屑岩、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。成矿类型主要是前寒武纪变质岩系及侵入其中的与花岗岩类有关的铁、铜、金及铅锌矿;铁矿分布于昆嵩地块东缘,为岩浆期后-风化残余成因,如广义大型铁矿、龙盛中型铁矿、慕德中型铁矿等;铜矿为岩浆热液型,成矿时代主要为三叠纪-

侏罗纪,如老挝阿速坡省小型会维铁矿、巴色省班苏库马小型铜矿;金矿主要有热液型和砂金,如柬埔寨塔纳纳基里省博坎中型金矿。此外,昆嵩地区上新世-更新世拉斑玄武岩风化壳中产红土型铝土矿,是万象-昆嵩成矿带的重要矿种,已发现11个大型矿床,达农-富隆、保禄、空龙、富安和广义地区铝土矿分布最为集中。

### 4. 长山铜铁钨锡铅锌金成矿带(II-4)

长山成矿带介于色潘-三岐结合带和马江结合带之间(图1),从北向南又可分为桑怒裂谷带、华特山(Phu Hoat)火山弧带、大江(Ca River)弧后盆地带和甘蒙-顺化火山弧带。长山陆块主要发育有奥陶纪-白垩纪的沉积岩和火山岩。最老的岩石在华特山带,为元古代和寒武纪的角闪岩、石英岩和斜长片麻岩等。

甘蒙-顺化火山弧带应该是色潘-三岐洋壳向北俯冲所致,主要为奥陶纪-志留纪的钙碱性火山岩(玄武岩、安山岩)和产三叶虫的复理石沉积;下泥盆统为红层,是俯冲碰撞形成的造山杂岩,意味着洋盆的闭合;中泥盆统-石炭统和二叠统主要为陆源碎屑岩和碳酸盐岩。马江洋被认为在早寒武世开始向南、向北双向俯冲<sup>[19]</sup>,华特山火山弧是由马江洋向南俯冲所形成。桑怒裂谷带的裂谷作用始于中三叠世,发育在古生代的陆壳基底上或上叠在老的褶皱岩层或火山弧带上<sup>[20]</sup>。裂谷于晚三叠世闭合,在奠边府、同多(Dong Do)地区发育了含煤的磨拉石岩层。

长山成矿带古生代和中生代岩浆活动强烈,形成了很多与岩浆活动有关的铜、铁、钨、锡、铅、锌、金等矿产,带内已知矿床(点)143处。其中,锡矿和金矿主要分布在两个火山弧带:锡矿为高温热液型和残积型砂锡矿,如老挝甘蒙省南巴坦大型锡矿(燕山期)、越南义安省河静中型锡矿(志留纪)等;砂锡有越南义安省三托中型锡矿、葵和中型锡矿等。金矿有热液石英脉型金矿(越南蓬苗大型金矿)、第四纪冲积型砂金矿(老挝川圹省南峨河小型金矿、越南义安省班农小型金矿)。铜、金、铁矿主要与印支期-燕山期中酸性侵入岩浆活动有关,时代主要为晚石炭世和印支期,有斑岩型-砂卡岩型-岩浆热液型铜金矿,典型矿床有老挝色潘大型铜金矿床、福康大型铜金矿床;接触交代-岩浆热液型铁矿,典型矿床有老挝爬立山、富诺安、帕莱通大型铁矿、越南石溪超大型铁矿和度禁、甘绿中型铁锰矿。铅锌矿主要分布在北部的桑怒带和大江弧后盆地,成矿为

岩浆热液型,如义安省三礼中型铅锌矿、清化省东郛中型铅锌矿等,成矿时代不明。

### 5. 金沙江-哀牢山-马江铬镍铁铜金成矿带(Ⅱ-5)

该成矿带即指金沙江-哀牢山-马江洋俯冲消减的结合带。关于哀牢山与马江缝合带前人已经进行大量的工作<sup>[21-22]</sup>,两条蛇绿岩带中的地球化学特征较相似,两套蛇绿岩套内部的镁铁质和超镁铁质岩石成因上具有双重性。两条蛇绿岩带同为金沙江-哀牢山-马江洋的残余,古大洋分隔了思茅-印支地块与扬子-华南地块<sup>[21-22]</sup>。新生代活动的奠边府右行走滑断裂将两盘各地质体错移了约45~50km,将马江结合带沿奠边府断裂进行古地理复原后可与哀牢山结合带相连接。

成矿带内发育多种不同类型的矿床,包括了铁、铜、金、铬、钼、稀土、铀等。从成因类型考虑,既有前寒武纪火山-沉积变质成因的IOCG型铁铜-稀土矿床,又有与晚古生代-早中生代大洋超镁铁质岩浆活动有关的铬、铜镍、铂钯矿床,还有与新生代碱性岩浆活动性有关的金-铜-钼-稀土-萤石-铀矿床,以及与第四纪风化与沉积作用有关的铁矿床。

IOCG型矿床在基性-酸性火成岩、变质岩以及沉积岩中都有发育,并往往伴有大规模的热液蚀变,蚀变类型依赖于围岩的性质及矿化蚀变的深度,典型矿床如越南生权铜矿、中国龙脖子铜矿;与超镁铁质岩浆活动有关的铬、铜镍、铂钯矿床有马江带的奴山(Nui Nua)古定(Co Dinh)大型铬铁矿、哀牢山带双沟铬铁矿、墨江县安定大型镍矿、金厂大型镍矿等;此外,金平-沱江一带发育与晚二叠世-早三叠世裂谷玄武岩有关的镁铁质-超镁铁质岩浆-矿浆深部熔离分异型铜镍铂族金属矿床,如金平白马寨大型铜镍矿、版福大型铜镍矿。在哀牢山带发育新生代(主要是始新世)的碱性岩带及与此相关的金、铜、钼等矿床,如镇沅县老王寨金矿、冬瓜林金矿等。

### 2.3 扬子-华夏成矿省

金沙江-哀牢山-马江结合带以北、以东的区域属于扬子-华夏成矿省。扬子成矿省包括金平-平被动边缘褶皱带、哀牢山-红河基底逆推带、扬子西部边缘褶皱带、扬子地台西南部、扬子东南缘褶皱带。研究区涉及到的华夏陆块主要是斋江-陆川结合带以南的云开-姑苏岛岩浆弧带和海南岛。斋江-陆川结合带是华南洋向南东俯冲闭合的产物,是扬子陆块和华夏陆块相拼接的地带。其西段为斋江穹隆,其南西部被斋江断裂所切,在斋江断裂北东

侧呈弧形构造展布在越南永安、河江、北光及斋江河谷一带,东段在粤西云开隆起区西北缘向信宜贵子、陆川石窝一带延伸<sup>[23]</sup>(图1)。

#### 1. 海南铁金成矿带(Ⅲ-1)

海南岛属于斋江-陆川结合带以南的华夏陆块群。目前对海南岛的构造单元划分一般以南部九所-陵水断裂为界分为北部五指山褶皱带和琼南微陆块<sup>[24]</sup>。有学者厘定了河口-屯昌蛇绿混杂岩带(199~263Ma)<sup>[25]</sup>,暗示着与古特提斯洋的演化密切相关<sup>[26]</sup>,但对其的对比连接关系尚无研究。

海南主要产出铁矿和金矿,主要分布在五指山褶皱带。铁矿为火山-沉积变质-多期热液叠加改造型,带内已知的唯一大型铁矿为石碌铁钴铜矿,其成矿经历了新元古代的海底喷流沉积(青白口系石碌群)、加里东期-海西期的变质改造、印支期-燕山期热液叠加改造和燕山晚期热液叠加改造富化期<sup>[24]</sup>。金矿主要分布在戈枕金矿带,总长55km,宽0.5~2km,是一条与韧性剪切带有关的金矿床(化)带,由北而南有土外山金矿、抱板金矿、北牛金矿、红甫门岭金矿、不磨金矿及众多金矿(化)点。金矿成矿物质、成矿热液源于中元古界抱板群变质岩,成矿类型分构造岩型(糜棱岩、碎裂岩)和石英脉型,成矿时代可能为早白垩世晚期<sup>[27]</sup>。

#### 2. 宣光-北海钨锡铅锌银铋成矿带(Ⅲ-2)

宣光-北海成矿带位于斋江-陆川结合带南东、红河断裂北西一带,构造上主要位于云开-姑苏岛岩浆弧带,发育同熔和重熔型花岗岩、混合岩。岩石地球化学、离子探针定年和构造变形变质研究表明,它们是形成于加里东期俯冲-碰撞陆缘弧型的岩浆岩系列<sup>[23]</sup>。越南北部湾的沿岸带,早古生代显示具浊积岩,具外来砾岩层(即野复理石层),相当于广西钦防海槽的弧前海沟环境;并发育钙碱性火山岩,其与姑苏岛流纹英安岩<sup>[19]</sup>同属于云开火山弧带。

宣光-北海成矿带主要矿床产于越北地块斋江穹隆的北、东、南边缘,呈北西-南西向弧形展布,成矿主要发生在燕山期。成矿带向北西可与个旧-马关锡钨铅锌银铋矿带相连。其中,铅锌矿主要分布在佐田(Chao Dian)-宣光地区,成矿类型主要是中低温热液(MVT)型,多产于志留系-泥盆系碳酸盐岩夹碎屑岩地层中,受构造裂隙控制,代表性矿床有佐田、则屯(Cho Don)、富粮、那孟、那格(Lung Chay)、北太银山(Son Think)、纳楚(Na Tum)等铅锌矿床。钨锡矿主要分布在宣光省皮奥(Pia Oac)-

三岛(Tam Dao)地区,成矿类型主要有岩体内接触带锡石-黑钨矿-石英脉型矿床、内接触带锡石-硫化物型矿床、矽卡岩型白钨矿床及残积-冲积型锡钨矿床。典型矿床分别有越南姜格(Thien Ke)大型锡钨矿、发山(Noi Phao)中型锡矿、大连(Da Lien)中型白钨矿、皮奥中型砂锡钨矿床。原生锡钨矿与晚白垩世(80~90Ma)花岗岩及其泥盆系、三叠系围岩关系密切。锑矿主要分布在河江-沾化地区(斋江穹窿),多产于志留系-泥盆系地层中,受构造裂隙控制;成矿类型为热液型,典型矿床有巴关、沾化小型锑矿、纳杭小型锑铅矿、韦村锑银矿等。

### 3. 金平-和平铁铜铅锌金锑成矿带(Ⅲ-3)

位于哀牢山-红河断裂带南西至哀牢山-马江结合带之间,包括了哀牢山-红河基底逆推带。南部为莱州-清化断隆带,北部为黑河晚古生代-中生代裂谷盆地,金平-黑河中酸性、基性超基性岩浆岩侵入其中。在红河大断裂南西侧的范士版复背斜带有铁铜矿产出,该带出露地层以中-下元古界和中-下泥盆统碎屑岩、灰岩为主,元古代花岗岩发育。铁矿成因有前寒武纪火山-沉积变质型、残积坡积型和岩浆期后热液型3类。前两类矿床产于中-下元古界中,如博萨、勒村、巴溪、贵乡大型铁矿;岩浆期后热液型铁矿产于中-下泥盆统中,如安沛大朴、锦溪中型铁矿。铜矿有元古代沉积变质-热液改造矿床,典型矿床有辛归大型铜金稀土矿。黑河裂谷盆地内有铅锌、金矿,成矿主要与晚侏罗世-白垩纪中酸性岩浆岩有关,成矿类型有岩浆热液型铅锌银矿、热液型金矿,典型矿床如秀丽大型铅锌银矿、贵厚大型铅锌矿床、锦三-莫村岩大型金矿等。此外,在莱州-清化复背斜边缘还产出锑矿,主要产于中-上三叠统碎屑岩、灰岩、玄武岩的构造裂隙中,成矿可能与侏罗纪-白垩纪火山活动有关。

### 4. 扬子陆块东南缘锡钨铅锰铁铜锑金铅锌成矿带(Ⅲ-4)

该成矿带在构造上称扬子东南部被动边缘褶皱带,南部界线西段以哀牢山断裂带为界,东段以斋江-陆川结合带为界,北侧西段以弥勒-师宗断裂与滇中隆起为界,中段北界为广西九万大山隆起。构造变形形成环绕斋江穹隆核部作环形状展布的弧形构造,呈向北突出的半环状展布,是晚印支运动的产物。

该成矿带内已知矿床较多,主要矿种有锡、钨、铝土矿、铁锰、铜、锑、金、铅锌等。成矿带内发育华力西期与燕山期的酸性侵入岩体,主要有文山的薄

竹山岩体、马关的都龙岩体及南温河岩体、南丹岩体等,在这些岩体的边缘及外围,发现有多处岩浆热液型钨、锡、铅、锌、银等矿床,如云南个旧马拉格、竹林大型锡矿、马关石头村大型钨矿、蒙自白牛厂大型铅锌银矿、越南禄平中型铅锌铜矿等,成矿时代集中在燕山期。铁锰矿床主要围绕斋江-陆川结合带向北突出的弧形边缘分布,成矿类型主要为沉积型铁锰矿,受控于泥盆纪地层,典型矿床如河江省朗然大型铁矿、高平广渊(Bang Ca)中型海相沉积变质型锰矿;沉积型锰矿在云南砚山斗南也有大型矿床产出。岩浆期后铁矿分布于成矿带西部,典型矿床如北太省雅南大型铁矿、高平省慕萨、高平、原平、东溪中型铁矿和北太省银山、槟榔寨等中型铁矿。此外,带内还产出大量的岩溶沉积型铝土矿,多为次生沉积改造型,赋存于岩溶洼地的红土层中,矿床规模大、矿石质量优,典型矿床如广西平果、靖西新圩特大型铝土矿、越南塔坡纳中型铝土矿等。金锑矿主要是低温热液型,有越南北太省娇连、谅山省纳排大型金矿,西畴小锡板中型锑矿、北太省佐亚中型锑矿;其次是砂金、砂锑矿,如北太省巴朗、博巨大型砂金矿。

### 5. 扬子陆块西缘铜金铁钨成矿带(Ⅲ-5)

构造上指扬子西缘北东边缘褶皱带,位于金沙江-哀牢山结合带以东,龙门山-锦屏山-云南程海-宾川断裂带以西,研究区内主要是中咱-中甸陆块和甘孜-理塘结合带。

中咱陆块具有前寒武纪的变质褶皱基底,其东西侧晚古生代为被动边缘沉积,与西侧金沙江洋盆和东侧甘孜-理塘洋盆发育时间相对应,形成一套被动边缘盆地中的滑塌堆积、浊积岩及其基性、中基性火山岩组合。晚三叠世末,甘孜-理塘洋闭合,发生弧-陆碰撞造山,以同碰撞花岗岩和造山隆起为标志(127~138Ma)。主要发育3期岩浆侵入活动<sup>[28]</sup>,即印支期的岛弧型中酸性岩浆侵入活动(237~208Ma)、燕山晚期A型花岗岩浆侵入活动(135~65Ma)、喜马拉雅期的正长(斑)岩-二长(斑)岩岩浆侵入活动<sup>[29]</sup>。分别对应的三期成矿作用是:以雪鸡坪、普朗等斑岩型矿床为主的铜金多金属矿化;以休瓦促、热林等蚀变花岗岩-热液石英脉型矿床(点)为主的钨钼矿化;以诺东、东炉房等斑岩型矿床(点)为主的金铜矿化。

### 6. 扬子陆块铁铜铅锌铝钨锡成矿带(Ⅲ-6)

指红河断裂带以北、龙门山-程海-宾川断裂带以东、个旧-弥勒-师宗断裂带以西的扬子地台区,研

究区仅涉及扬子地台的西南部。

扬子地台的几次重大地质事件对该区的成矿具有决定性的作用,重要成矿事件包括:(1)元古宇与火山-沉积-变质有关的铁铜成矿作用,典型矿床有大红山大型铁铜矿、易门狮子山、三家厂狮凤山中型铜矿等;(2)与峨眉山玄武岩浆活动有关的热液成矿作用,与此相关发育卡林型、红土型金矿和玄武岩型铜矿,典型矿床有泥堡金矿、紫木函金矿、云南鲁甸和贵州威宁地区的玄武岩型铜矿;(3)与层状镁铁-超镁铁杂岩有关的岩浆-后期热液成矿作用,主要形成岩浆型钒钛磁铁矿、铜镍铂族金属矿及产于峨眉山玄武岩构造蚀变带中的热液型铜、金、锑、铅锌多金属矿,如攀枝花钒钛磁铁矿、米易白马钒钛磁铁矿等;(4)与喜山期碱性浅成侵入体有关的岩浆热液成矿作用,受后造山陆内走滑构造环境的影响,地幔流体上涌形成富碱岩浆活动,典型矿床如冕宁牦牛坪稀土矿、祥云马厂箐斑岩铜铅金矿床、盐源西范坪斑岩型铜矿床等。

### 3 结论

东南亚缅甸老越柬五国与中国邻区位于全球重要的巨型成矿域—特提斯成矿域与环太平洋成矿域的交汇地带。通过对研究区各成矿带基本成矿特征的概述,可得出以下几点认识:

(1)研究区内发育3条与超镁铁质岩有关的铬镍铂钨铜金矿带:二叠纪金沙江-哀牢山-马江洋消减闭合及峨眉地幔柱活动形成金沙江-哀牢山-马江铬镍铂钨铜金成矿带;晚侏罗世-白垩纪道茂-密支那洋消减闭合形成的道茂-密支那镍铬成矿带;晚白垩-古近纪印缅山脉洋闭合形成的印缅山脉铬镍成矿带。

(2)研究区发育4条与花岗岩有关的岩浆热液型钨锡矿带:与昌宁-孟连洋西向俯冲-碰撞造山相关的临沧-景栋钨锡矿带、与葡萄-密支那洋东向俯冲-碰撞造山相关的腾冲-德林达伊钨锡矿带、与老越长山带印支造山运动相关的长山钨锡矿带和滇东南个旧-马关-越北宣光-广西南丹元古代裂谷沉积-改造型及与燕山期花岗岩有关的浆热液型钨锡矿带。

(3)发育两个中生代蒸发盐沉积盆地:兰坪-思茅、呵叻-万象盆地,形成规模巨大的晚白垩世-古近纪钾盐-石膏-岩盐矿床。

(4)发育2条铝土矿带:石炭纪-二叠纪在扬子陆块滇东南-滇中-黔中形成海相沉积型铝土;老

越柬3国邻区新生代玄武岩浆喷溢形成规模巨大的高铝玄武岩,经风化形成万象-昆嵩红土型铝土矿带。

(5)发育6条重要铁铜金矿带:金平-和平沉积变质型、海南热水沉积-改造型、扬子西缘沉积变质及沉积-改造型和越南长山带热液型铁铜矿带;老挝-越南长山带和扬子西缘斑岩-矽卡岩-岩浆热液型铜金矿带。

(6)发育4条重要的古生代-中生代铅锌矿带:保山-掸泰、扬子陆块西南部的川滇黔邻区、兰坪-思茅盆地和金平-和平铅锌矿带,主要类型有MVT型、SEDEX型、岩浆热液型、火山岩型等。

### 参考文献:

- [1] 卢映祥,刘洪光,黄静宁,等.东南亚中南半岛成矿带初步划分与区域成矿特征[J].地质通报,2009,28(2-3):314-325.
- [2] 陈永清,刘俊来,冯庆来,等.东南亚中南半岛地质及与花岗岩有关的矿床[M].北京:地质出版社,2010.76-89.
- [3] 施美凤,林方成,李兴振,等.东南亚中南半岛与中国西南邻区地层分区及沉积演化历史[J].中国地质,2011,38(5):1244-1256.
- [4] 李兴振,江新胜,孙志明,等.西南三江地区碰撞造山过程[M].北京:地质出版社,2002.
- [5] SONE M, METCALFE I. Parallel Tethyan sutures in mainland Southeast Asia: New insights for Palaeo-Tethys closure and implications for the Indosinian orogeny[J]. Tectonics, 2008, 340: 166-179.
- [6] METCALFE I. Palaeozoic - Mesozoic history of SE Asia[J]. Geological Society, London, Special Publications, 2011, 355: 7-35.
- [7] COBBING E J, MALLICK D I J, PITFIELD P E J et al. The granites of the Southeast Asian Tin Belt[J]. Journal of Geological Society, 1986, 143: 537-550.
- [8] 吕伯西,王增,张能德,等.三江地区花岗岩类及其成矿专属性[M].北京:地质出版社,1993.
- [9] 王宏,林方成,李兴振,等.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.
- [10] CHARUSIRI P. Geology and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Geochronology of Pranburi-Hua Hin igneous-metamorphic complex south-central Thailand: Implication for tectonic Evolution[A]. CHARUSIRI P. Proceedings of the Tectonic Conference on Development Geology for Thailand into the year 2000 [C]. 1992.
- [11] CHARUSIRI P, KOSUWAN S, JMSAMUT S. Tectonic evolution of Thailand: From Bunopas (1981)'s to a new scenario[A]. DHEERADILOK P, et al. Proceedings of the International conference on stratigraphy and tectonic evolution of Southeast Asia and the South Pacific[C]. 1997.
- [12] WONGWANICH T. Lower to Mid Palaeozoic stratigraphy of mainland Satun Province, Southern Thailand[J]. Journal of

- Southeast Asian Earth Sciences ,1990 4(1): 1-9.
- [13] 李兴振,刘朝基,丁俊. 大湄公河次地区构造单元划分[J]. 沉积与特提斯地质 2004 24(4): 13-20.
- [14] 王硕,董国臣,莫宣学,等. 澜沧江南带三叠纪火山岩岩石学、地球化学特征、Ar-Ar 年代学研究及其构造意义[J]. 岩石学报. 2012 28(4): 1148-1162.
- [15] 彭头平,王岳军,范蔚茗,等. 澜沧江南段早中生代酸性火成岩锆石定年及构造意义[J]. 中国科学(D 辑) 2006 36(2): 123-132.
- [16] 孔会磊,董国臣,莫宣学,等. 滇西三江地区临沧花岗岩的岩石成因: 地球化学、锆石 U-Pb 年代学及 Hf 同位素的约束[J]. 岩石学报 2012 28(5): 1436-1452.
- [17] YANG K H ,MO X X ,ZHU Q W. Tectono-volcanic belts and late Palaeozoic-early Mesozoic evolution of Southwestern Yunnan , China [J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences ,1994 ,10 (3-4): 245-262.
- [18] 汝珊珊,李峰,吴静,等. 云南大平掌铜多金属矿区花岗闪长斑岩地球化学特征及年代学研究[J]. 岩石矿物学杂志 , 2012 31(4): 531-540.
- [19] LE V D. Outline of plate-tectonic evolution of continental crust of Vietnam [A]. DHEERADILOK P et al. Proceedings of the International conferences on stratigraphy and tectonic evolution of southeast Asia and the South Pacific[C]. 1997.
- [20] PHAN C T ,LE D A ,LE D B et al. Geology of Cambodia ,Laos and Vietnam (Explanatory to the geological map Cambodia ,Laos and Vietnam at 1:1000000 scale) 2nd edition published by the Geological Survey of Vietnam ,1991. 1-158.
- [21] METCALFE I. Pre-Cretaceous evolution of SE Asian terranes [A]. HALL R ,BLUNDELL D. Tectonic Evolution of Southeast Asia [C]. Geological Society of London Special Publication , 1996 ,106: 97-122.
- [22] TRUNG N M ,TSUJIMORI T ,ITAYA T. Honvong serpentinite body of the Song Ma fault zone ,Northern Vietnam: A remnant of oceanic lithosphere within the Indochina-South China suture [J]. Gondwana Research 2006 9(1-2): 225-230.
- [23] 彭松柏,金振民,付建明,等. 两广云开隆起区基性侵入岩的地球化学特征及其构造意义[J]. 地质通报. 2006 25(4): 434-441.
- [24] 杜保峰,魏俊浩,李艳军,等. 海南石碌铁钴铜矿床成因及其成矿模式[J]. 中国地质 2012 39(1): 169-182.
- [25] 高天钧,王振民,吴克隆,等. 台湾海峡及其周边地区构造岩浆演化与成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [26] 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质 2009 36(1): 1-28.
- [27] 张小文,向华,钟增球,等. 海南尖峰岭岩体热液锆石 U-Pb 定年及微量元素研究: 对热液作用及抱伦金矿成矿时代的限定[J]. 中国地质大学学报 2009 34(6): 921-930.
- [28] 侯增谦,杨岳清,曲晓明,等. 三江地区义敦岛弧造山带演化和成矿系统[J]. 地质学报 2004 78(1): 109-120.
- [29] 李建康,李文昌,王登红,等. 中甸弧燕山晚期成矿事件的 Re-Os 定年及成矿规律研究[J]. 岩石学报 2007 23(10): 2415-2422.
- ① 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[R]. 地质调查项目成果报告. 2007: 177-196.
- ② 林方成,施美凤,李兴振,等. 三江-湄公河成矿带地质背景和成矿规律对比研究专题成果报告[R]. 国家科技支撑项目成果报告. 2010: 103-298.
- ③ CHARUSIRI P et al. Excursion Guidebook of Geological Investigation on Northern Thailand Region[R]. 1996.

## Classification and metallogenesis of metallogenic belts in Southeast Asia and the neighbouring southwestern part of China

SHI Mei-feng<sup>1</sup>, LIN Fang-cheng<sup>1</sup>, LIU Chao-ji<sup>1</sup>, LI Xing-zhen<sup>1</sup>, WANG Hong<sup>1,2</sup>

(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

**Abstract:** Five countries including Myanmar, Thailand, Laos, Vietnam and Cambodia in Southeast Asia and the neighbouring southwestern part of China tectonically belong to the transitional zone between the eastern Tethyan tectonic domain and western Pacific tectonic domain. The complex tectonic evolution created the rich mineral resources in these areas. The examination of stratigraphy, tectonics, magmatism and ore deposits in Southeast Asia and the neighbouring southwestern part of China in recent years has disclosed that the study areas may be classified into two first-order metallogenic domains including the Tethyan and circum-Pacific metallogenic domains, three second-order metallogenic provinces including Yunnan-Myanmar-Malaysia, Indo-Sinian and Yangtze-Cathaysian metallogenic provinces, and 17 third-order metallogenic belts. The present paper gives a detailed description of the geology and metallogenesis in individual metallogenic belts in the study areas.

**Key words:** metallogenic belt; metallogenesis; Southeast Asia; Myanmar; Thailand; Laos; Vietnam; Cambodia