东南亚中南半岛地区黑色金属矿床谱系

夏庆霖[1,2],谢蕴宏[3],刘俊来[1],冯庆来[2],李定平[3],陈永清[1]
XIA Qing-lin[1,2], XIE Yun-hong[3], LIU Jun-lai[1],
FENG Qing-lai[2], LI Ding-ping[3], CHEN Yong-qing[1]

1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院,北京 100083;
2. 地质过程与矿产资源国家重点实验室(中国地质大学),湖北 武汉 430074;
3. 云南省地矿局,云南 昆明 650011
1. *School of Geo-scientifics and Mineral Resources, China University of Geo-scientifics, Beijing* 100083, *China*;
2. *State Key Laboratory of Geology Process and Mineral Resources, China University of Geosciences, Wuhan* 430074, *Hubei, China*;
3. *Yunnan Bureau of Geology and Mineral Resources, Kunming* 650011, *Yunnan, China*

摘要:东南亚中南半岛地区位于特提斯-喜马拉雅成矿带与环太平洋成矿带的交汇部位,具有丰富的富铁、优质锰、铬铁矿、钛铁矿等黑色金属资源。在系统收集和整理该区矿产地数据的基础上,建立了中南半岛 5 国(越南、老挝、柬埔寨、缅甸和泰国)的矿产地数据库,初步厘定了黑色金属矿床谱系,并对其找矿潜力进行了简要分析。

关键词:矿床谱系;找矿潜力;黑色金属;中南半岛
中图分类号:P618.3 **文献标志码**:A **文章编号**:1671-2552(2009)02/03-0326-07

Xia Q L,Xie Y H,Liu J L,Feng Q L,Li D P,Chen Y Q. Ferrous metal deposit spectrums of the Central South Peninsula region in Southeast Asia. *Geological Bulletin of China,* 2009, 28(2/3):326-332

Abstract: The Central South Peninsula of Southeast Asia is located at the intersection between the Tethys-Himalayan metallogenic zone and the Circum Pacific metallogenic zone, thus there are abundant ferrous metal resources including iron, manganese, chromite and titanioferrite. In this paper, based on systematic information collection and sorting, the authors set up a mineral deposits database for countries within this area (Vietnam, Cambodia, Laos, Burma, and Thailand), and have discussed roughly the ferrous metal deposit spectrum as well as the prospecting potential.

Key words: deposit spectrum; prospecting potential; ferrous metal; Central South Peninsula

东南亚地区与中国藏、滇、桂、粤、琼 5 省(自治区)相毗邻,两者在区域地质条件和成矿特征等方面既有共性,又存在一定的差异性和互补性。中国改革开放的不断深入,泛湄公河流域次经济区的广泛交流与合作,使得共同开发东南亚矿产资源、造福人类的共识正逐步形成。正是在这种形势下,中国地质调查局于 2003 年开展了《东南亚地区地质矿产综合图件编制》项目(200313000069)的研究,历时近 5 年,对中南半岛地区的区域地质及黑色金属、有色金属、贵金属、盐类矿产的资料进行了系统收集、整理和研究。资料来源主要包括:《云南参与东南亚矿产勘查、开发合作研究》预研报告及附图、附表(李方夏主编,2003),泰国地质矿产图(1:100 万,泰文和英文双语,1999 年版),越南地质矿产图及说明书(1:100 万,越文,2000 年版),老挝地质矿产图(1:100 万,英文,1991 年版),缅甸地质图(1:100 万,英文,1977 年版),老挝矿床及矿产记录本,《东南亚地质矿产与矿业经济项目报告》(李方夏主编,

收稿日期:2008-10-30;**修订日期**:2009-02-19
地调项目:中国地质调查局国土资源调查项目(编号:200313000069)的资助
作者简介:夏庆霖(1968-),男,博士,副教授,从事矿产资源勘查评价与教学工作。E-mail:qlxia@cug.edu.cn

1995),《老挝万象钾盐地质》(郭远生等,2006),以及野外实地考察的资料。共采集中南半岛各类矿产资源信息 3996 条,经汇总整理,初步筛选出金属和非金属矿产资源信息共计 1205 条,在此基础上通过图文对比,进行筛选和查证,删除了缺少准确经纬度的矿产地,对同一矿床的多矿段表达形式进行合并处理,最终建立了包括黑色金属矿产(铁、锰、铬、钛)、有色金属矿产(铜、铅、锌、铝、镍、钨、锡、钼、砷、锑、汞)、贵金属矿产(金、银、铂族)、盐类矿产(钾盐为主)的信息共计 720 条数据的中南半岛矿产地数据库。笔者就中南半岛黑色金属的矿床谱系和找矿潜力进行了初步探讨。

1　区域成矿地质背景

中南半岛位于特提斯-喜马拉雅成矿带与环太平洋成矿带的交会部位,从古元古代至今,经历了陆核形成、板块活动、板内活动、陆内汇聚等多个演化阶段,是全球板块活动最强烈的地带之一①,也是全球构造最复杂的地区之一[1]。该区不但发生过多次洋盆开合、多期俯冲碰撞和板块拼接缝合,而且洋壳和陆壳 2 种板块演化体制在该区或先后转换、或同期平行发展,各种板块活动形式(如离散、会聚、碰撞、走滑)都较为发育。多期构造-岩浆活动为该区的金属成矿提供了优越的地质条件和丰富的物质来源。

中南半岛地区自西向东可划分为 6 个一级大地构造单元,即印度板块、缅甸中央拗陷、保山-掸泰地块、昌都-思茅-南邦地块、南海-印支地块和扬子-华南板块,其间被 5 条构造-岩浆带所分隔,它们自西向东分别为:平制-勃生(印-缅)俯冲带、实皆走滑剪切带、昌宁孟连-清迈缝合带及庄他武里-劳勿蛇绿岩带、难河-程逸蛇绿岩带和金沙江-墨江-马江蛇绿混杂岩带(图 1)。其中,印度-缅甸板块晚古生代时期是冈瓦纳大陆的一部分,保山-掸泰地块在古生物地理方面具有亲冈瓦纳的属性,而昌宁孟连-清迈缝合带及庄他武里-劳勿蛇绿岩带以东的块体具有亲扬子的属性,是晚古生代华夏生物区系的一部分。

2　黑色金属矿床谱系

成矿作用在时空结构、成因机制和矿床共生组合等方面的规律性历来备受地质学家的关注,并被广泛地应用于找矿工作。如程裕淇[2]、陈毓川等[3]提出的“成矿系列”,翟裕生等[4]提出的“区域成矿学”,赵鹏大等[5]提出的“矿床谱系”,Vlandimir 等[6]开展的“金矿床时空分布研究”,Ross 等[7]进行的“矿床类型-火山岩环境-蚀变带谱系研究”,等等。可以说,由单个矿床研究发展到对成矿系列、矿床谱系的研究,是现代成矿学的重要进展之一。成矿多样性是自然界成矿作用的本质特征,成矿多样性的某种规律性序列的表现就是矿床的一种谱系[5],矿床的规律性序列可以表现在成因上、规模上、成分上、数量上、质量上,以及它们的组合上等等,但最基本的是表现在成矿时间上、空间上和成因上的“有序性”和“成套性”。

中南半岛 5 国(越南、老挝、柬埔寨、缅甸和泰国)的黑色金属矿产地共计 154 个,其中,铁矿 92 个、锰矿 29 个、铬矿 8 个、钛铁矿 25 个(表 1)。该区黑色金属矿床具有较为明显的矿床谱系,涵盖内生矿床、外生矿床和复合矿床三大系列(表 2)。该区黑色金属的成矿地质条件较好,成矿时代分布较为广泛,从元古宙到第四纪均有成矿,且相对集中于 4 个成矿时代:①前寒武纪成矿期,成矿主要受陆核老变质岩带的控制,如与元古宙变质岩有关的磁铁矿,与火山-沉积变质有关的铁矿等;②泥盆纪—早石炭世成矿期,成矿主要受岛弧、裂谷构造-岩浆带的控制,如与碱性、酸性火山岩有关的铁矿和锰矿,与变质岩有关的沉积变质热液型菱铁矿,与缝合带基性—超基性岩体有关的铬铁矿等,此外局部地区发育浅海相沉积锰矿;③晚石炭世—三叠纪成矿期,印支板块与掸泰马板块、华南板块于晚海西期碰撞缝合后,沿黑水河及两侧的马江-兰江、显江、仲加-永惹半岛等地发生裂谷作用,导致构造-岩浆活动与较广泛的黑色金属成矿,如矽卡岩型铁矿等,此外

表 1　参与建库的中南半岛 5 国黑色金属矿产地的数量

Table 1　Number of ferrous metal deposits of those five countries which heve been taken into account of the database

国家	黑色金属	铁矿	锰矿	铬铁矿	钛铁矿
越南	86	50	10	1	25
柬埔寨	18	17	1	0	0
老挝	14	11	3	0	0
缅甸	20	7	6	7	0
泰国	16	7	9	0	0
合计	154	92	29	8	25

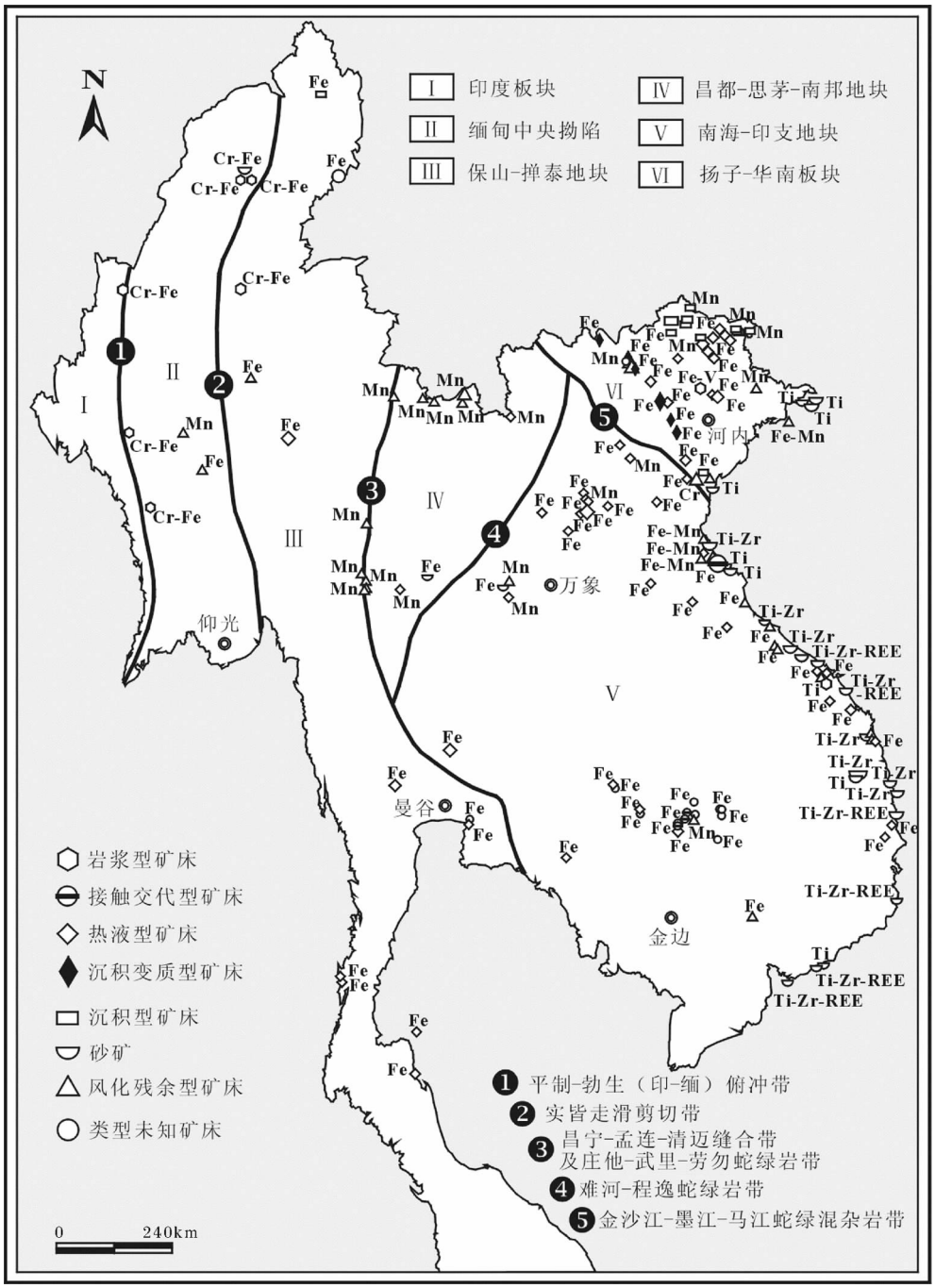

图 1 东南亚中南半岛大地构造单元与黑色金属矿产分布简图

Fig. 1 Sketch map of distribution of geotectonic units and ferrous metal deposits in the Central South Peninsula of Southeast Asia

还发育与海相沉积有关的锰矿；④新生代成矿期，以表生风化成矿为主，如河流型铬砂矿、海滩型钛铁砂矿、风化残余型铁矿和锰矿等，此外还形成沉积型锰矿及少量与花岗岩侵位有关的脉状矽卡岩型铁矿。

2.1 铁矿

矿产地 92 处，包括特大型矿床 1 个、大型矿床 7 个、中型矿床 25 个、小型矿床 34 个、矿点 10 个、规模不明的矿床 14 个。中南半岛已探明储量 10×10^8t 以上，其中越南探明储量占 3/4，居 5 国之首。铁

表 2　东南亚中南半岛地区黑色金属矿床谱系

Table 2　Deposit spectrum of ferrous metal deposit within the Central South Peninsula region of Southeast Asia

成矿作用	成因类型	成因亚类	典型矿床
内生矿床	与基性—超基性岩体有关的矿床组	岩浆分异型铬铁矿床	太公山铬铁矿
		岩浆型钛铁矿床	盖占钛铁矿
		产于基性超基性岩外接触带的接触交代型铁矿床	高平铁矿
	与酸性岩体有关的矿床组	产于花岗岩外接触带的接触交代型铁矿床	石溪铁矿
		热液型铁矿	富诺安铁矿
	与火山活动有关的矿床	浅成低温热液型锰矿床	会锰矿、皎勃东锰矿
外生矿床	与沉积作用有关的矿床组	海相沉积型锰矿床	速达锰矿
		滨海沉积型钛砂矿床	锦化钛砂矿
		冲积型铬砂矿床	努山古定铬砂矿
	与风化作用有关的矿床组	残坡积型铁矿床	普农德克山铁矿
		风化残余型锰矿床	安古锰矿
		风化残积型钛砂矿床	盖占外围钛砂矿
		铁帽型矿床	邦佩铁矿
		锰帽型矿床	班湄琼锰矿
复合矿床	与多种成矿作用有关的矿床组	前寒武火山沉积变质铁矿床	老街博萨铁矿
		古生代沉积变质型铁矿床	太原铁矿

矿主要分布在越北、越中,柬埔寨三隆-普农德克-罗文和南部的贡布,老挝川圹、万象、桑怒,泰国黎府,缅甸的西部高原等地区,共(伴)生矿产有锰、铜、锡等。铁矿的主要成因类型有:与岩浆期后接触交代-气液作用有关的产于基性超基性岩外接触带的接触交代型矿床、产于花岗岩接触带的接触交代型矿床、远离接触带的热液型矿床,与沉积-变质作用有关的沉积变质型矿床、火山沉积变质型矿床,与地表风化作用有关的残坡积矿床、铁帽型矿床。

(1)与基性超基性岩有关的接触交代(矽卡岩)型矿床

以越南高平(Cao Bang)中型铁矿为例,该矿位于高平市北西约 30 km。矿体产于上古生界碳酸盐岩和辉长岩、含长橄榄岩的接触带。含矿带呈北北西走向,长3 km,宽 1.5 km。东南部主矿体呈层状,长约 450 m,厚 50 m,近地表多风化为残坡积矿,面积达 500 m×250 m,坡积层厚度小于 15 m;西北部以坡积矿为主,面积 450 m×70 m,坡积层厚小于4 m。原生矿石以磁铁矿为主,坡积矿石以假像赤铁矿、水针铁矿为主。矿石品位较富,含铁 50%~68.46%。探明矿石储量数千万吨。

(2)与花岗岩有关的接触交代(矽卡岩)型矿床

以越南石溪(Thach Khe)特大型铁矿为例,该矿位于越南中部河静省内,靠近铁路和海岸线。矿层产于晚印支期黑云母花岗岩、花岗闪长岩、花岗正长岩组成的侵入体中及其与泥盆纪—二叠纪碳酸盐岩、中—上三叠统碎屑岩夹灰岩的外接触带内。接触带主要由含方镁石、水镁石、钙铝榴石、阳起石、透闪石、白云石及少量辉石、镁橄榄石的大理岩组成。矿体长3 km,宽 200~700 m,厚 17~433 m,平均厚 150 m。矿体平均品位 TFe 61.35%。为矽卡岩型赤铁-磁铁矿,矿石以块状赤铁矿、磁铁矿富矿为主,属低磷、硫的富铁矿石。探明储量 5.44×10^8t。

(3)热液型矿床

以老挝富诺安(Phu Nhouan)大型铁矿为例,该矿位于查尔平原东缘,川圹—康开之间的富诺安山中。矿区发育上石炭统—三叠系页岩、砂岩和灰岩,往南数千米处有花岗岩体和闪长岩体出露。铁矿体呈层状和透镜状产出于山脊部位,长约4km,延深数百米。矿石为致密块状磁铁矿和赤铁矿夹条

带状赤铁矿,见褐铁矿化。品位 TFe 64%左右,估计储量数亿吨。

(4)火山沉积变质型矿床

以越南博萨(Bo Sat)大型铁矿为例,该矿位于老街-安沛铁矿带北端。铁矿层产于红河结晶变质岩带中,围岩主要有长石石英岩和磁铁石英岩等,矿体呈层状、似层状和透镜状,延伸 3.5~4 km,厚约 300 m,矿化空间分布不均匀。矿体因后期被断裂改造,总体上呈狭窄的 NW 向带状分布。矿体多遭受表生风化,矿石为块状、土状构造,以磁铁矿为主。探明储量 1.3×10^8t。

(5)沉积变质型矿床

以越南太原(Thai Nguyen)中型铁矿为例,该矿位于太原市北东侧。含矿带呈北西西走向,长 48km,宽 19.5 km,面积 900 km^2。已知 16 个矿段,以进步矿段储量最多。进步矿段位于一缓倾斜背斜的南翼,铁矿层产于厚约 80 m 的中泥盆统夹铁锰矿层的泥质、绢云母页岩中,下伏微角度不整合的中、下泥盆统泥质碳酸盐岩。该矿段铁矿层呈复杂的褶皱状,西北部铁矿层长 560m,宽 280m,最厚达 40 m;东南部铁矿层长 1000 m,宽 140~360 m,最厚 50 m,向深部减薄为 15 m。伴生沉积淋滤型铁矿,平均坡积矿厚度 16 m。矿石矿物为原生、次生的铁锰矿物及褐铁矿。平均含铁 47.52%,锰 4.16%。该矿段已探明原生铁矿石储量数千万吨,坡积矿储量数百万吨。

(6)残积坡积型矿床

以柬埔寨普农德克山(Phnom Dek)小型铁矿为例,该矿位于罗文真县西南 15 km 处。矿区出露二叠系砂岩、厚层状灰岩及三叠系海陆相碎屑岩,总厚度大于 6800 m, 有花岗闪长岩和石英闪长岩体侵入。原生矿产于花岗闪长岩边缘的矽卡岩带附近, 铁矿体主要由磁铁矿、赤铁矿等组成,TFe 平均品位 52.58%。准平原残丘的高差约 50 m,坡度为 10~20°,第四纪残坡积层厚 1~10 m,有以褐铁矿为主的铁矿体产出,TFe 平均品位 44.02%, 富矿体约占 3/5,平均品位 TFe 49.44%,矿石中硫、磷等杂质含量较低,铁矿石资源储量(500~600)$\times10^4$t。

(7)铁帽型矿床

以缅甸邦佩(Pang Pe)中型铁矿为例,该矿位于掸邦东枝东南 10 km。铁矿产于中古生界掸邦高原灰岩中发育的 2 条区域性断裂之间。矿体由全糜棱岩化的赤铁矿和地表褐铁矿铁帽组成。赤铁矿石含铁 56.4%,储量达 1000×10^4t;褐铁矿石含铁 42.5%,储量达 7000×10^4t。并含铜、铀,铜可达 1.5%。区内有含浸染型硫化矿物的酸性火山岩(可能为流纹岩)分布,硫化矿物几乎全部风化而形成褐铁矿铁帽。

2.2 锰矿

矿产地 29 处,包括大型矿床 1 个、中型矿床 8 个、小型矿床 15 个、矿点 4 个、规模不明的 1 个。主要分布在越南北部、缅甸贡达和孟瓦、柬埔寨恰普等地。共(伴)生有用组分为铁。20 世纪 80 年代末在缅甸与中国交界的“金三角”北部地区发现大型优质锰矿带,即中国勐宋—缅甸曼沙、曼素龙—孟瓦—万劳锰矿带和中国孟连—缅甸各腊—万达崩锰矿带,大大提升了该区锰矿产资源在矿业经济和社会发展中的地位。该区锰矿的主要成因类型有:海相沉积型、浅成低温热液型、风化残余型、锰帽型。

(1)海相沉积型矿床

以越南高平速达(Toc Tat)小型锰矿为例,该矿位于越东北茶灵县广忠村, 属近岸浅海相沉积型矿床。锰矿层赋存于上泥盆统弗拉斯阶—法门阶的托塔组含锰硅质岩与灰岩之间,含锰灰岩、钙质粉砂岩厚约 500 m,锰矿层厚 0.2~2 m,矿石矿物主要有硬锰矿、软锰矿、黑锰矿、褐锰矿和水锰矿等,具条带构造,含锰 23.69 %,铁 3.99 %,磷 0.179 %。探明及可能的储量为 100×10^4t。

(2)浅成低温热液型矿床

以泰国会(Huai)小型锰矿为例,该矿位于泰国程逸西北 50 km 处(E99°37′、N17°52′),矿床规模为小型。矿体赋存于石炭系泥岩中,近矿围岩常见有硅化。矿体沿主断裂带分布,走向 55°,倾向 SE,倾角约 75°。矿体长约 135 m,最大宽度 13 m。原生矿中见浅桃红色蔷薇辉石。裂隙中部分矿石已氧化成黑色坚硬的块状锰氧化物,是开采的主要对象,氧化带深度几十米。1974 年产量为 3000 t 锰矿石。

(3)风化残积型矿床

以越南安古(Yen Cu)小型锰-铁矿为例,该矿位于荣市西南 12 km, 产于泥盆系硅质页岩及砂岩的断裂带中。矿体呈脉状、透镜状,长 20~70 m,厚 0.5~4 m。矿石矿物主要为硬锰矿、褐锰矿、褐铁矿、赤铁矿, 具角砾状构造, 含锰 10%~15%, 铁 15%~30%。矿石储量(140~240)$\times10^4$t。原矿可能为泥盆纪海相沉积,后经构造破坏、氧化作用而形成风化壳型矿床。

(4)锰帽型矿床

以泰国班湄琼(Ban Maejoug)中型锰矿为例,该矿又称王迈周锰矿,位于泰国里河以东 600 m 高地上(E98°57′、N18°01′)。赋矿地层为泥盆系—石炭系页岩,风化后呈黄绿色。含锰红土层长 400 m,宽 300 m,厚 1~18 m,下伏含锰页岩。原生锰矿与古生代海相沉积有关,但品位一般较低,经风化改造后可工业利用。矿石矿物为硬锰矿和软锰矿,呈团块状和结核状产于锰红土层中,平均品位 MnO 25%~50%。矿石储量达 54×10^4t。

2.3 铬铁矿

矿产地 8 处,包括大型矿床 1 个、中型矿床 1 个、小型矿床 1 个、矿点 5 个,主要分布在越南马江缝合带、缅甸西部褶皱带等地。共(伴)生有用组分为铁。在印度板块与欧亚板块缝合线的外岛弧型蛇绿岩套内还发现较多铬铁矿的线索。铬铁矿是中国的紧缺资源,而越南古定铬铁矿和缅甸大公山铬铁矿距中国较近,且为可供工业开采的矿产地,又有一定的资源潜力,是重要的互补资源。铬铁矿的主要成因类型有岩浆分异型和砂矿。

(1)岩浆分异型矿床

以缅甸太公山(Tagaung Taung)中型铬铁矿为例,该矿位于缅甸实皆省西部贡达西侧(E96°10′、N23°34′),属岩浆分异型矿床。矿体呈豆荚状赋存于橄榄岩、方辉橄榄岩及纯橄岩中。单个矿体规模达数十至数千吨。矿石矿物为铬尖晶石,具块状及豹斑状构造,平均品位 $Cr_2O_3$49 %,矿石储量达 147×10^4t。

(2)砂矿

以越南努山古定(Nui Nua Co Dinh)特大型铬砂矿为例,砂矿分布于古定第四纪盆地中,宽度 2~3 km,长度大于 12.5 km,厚度 10~20 m,最厚达 37.8 m,紧靠超基性岩分布,原生矿化呈小而密集的矿巢,见于桑怒-马江蛇绿岩套的东南段。砂矿矿体产于第四纪河床冲积层的下部,含矿层由中砾、砂砾、砂、粘土及铬铁矿组成。矿层厚 0.65~34.5 m 不等。Cr_2O_3 品位 1.0%~5.9%,平均大于 2.5%。经选矿后,铬铁矿精矿组分 Cr_2O_3 为 47.2%~51.54%。努山铬铁矿西北侧已进行详勘,探明 Cr_2O_3 储量 2080×10^4t。此外,西侧砂铬矿宽度 200~500 m,长度几百米到几千米,厚度 2~10 m,初勘 Cr_2O_3 储量 200×10^4t。该矿床总体规模达到特大型。

2.4 钛铁矿

矿产地 25 处,包括大型矿床 2 个、中型矿床 10 个、小型矿床 12 个、矿点 1 个。钛矿石储量约亿吨。主要分布在越南太原和北起芒街南达头顿的海岸地区。共(伴)生有用组分为钒、锆和稀土金属。钛铁矿主要类型有:岩浆型、风化残积型和滨海砂矿。

(1)岩浆型矿床

以越南盖占(Cay Cham)中型钛铁矿为例,该矿位于越南太原城西北 22 km 处。矿区出露佐山杂岩体,面积约 55 km^2,由橄榄辉长岩-辉长辉绿岩等组成,并有伟晶辉长岩呈透镜状、脉状及网脉状分布,与正常辉长岩界线不清。原生钛铁矿主要富集于伟晶辉长岩东、西 2 个透镜体中,富矿品位可达 30%~40%。西矿体以富矿为主,长约 700 m,宽约 450 m,厚 5~85 m,矿体边部品位为 10%~20%,中部品位为 20%~30%,最富可达 70%;东矿体以贫矿为主,且被断层切割为南北 2 段,北段长约 210 m,宽约 150 m,厚 5~30 m,南段长约 450 m,宽约 200 m,厚约 25 m。探明原生矿储量为 281.86×10^4t,推断可能的储量约 162×10^4t。

(2)风化残积型矿床

以越南盖占外围钛砂矿为例,该矿位于盖占原生钛铁矿床的外围,为风化形成的残积、洪积钛砂矿,主要分布于地表残积层中,矿层厚约 30 m,含钛铁矿 30~500 kg/m^3。探明储量为 32.69×10^4t,推断可能的储量约 7×10^4t。

(3)滨海砂矿

以越南锦化(Cam Hoa)大型钛砂矿为例,该矿位于越南荣市城东南 30~70 km 的海岸带上。矿带长 4500 m,最大宽度 600 m,面积约 2640 m^2,矿体平均厚度约2 m。矿石含钛矿物 92.84 kg/m^3,含钛铁矿 81.14 kg/m^3,含锆石 6.04 kg/m^3。

3 找矿潜力

铁、铬、钛、锰等黑色金属矿产是中南半岛地区(尤其是越南、柬埔寨、老挝等国)的优势矿产,其中,铬是中国的紧缺矿种之一,富铁和优质锰也与中国具有较好的资源互补性,且东南亚大多数国家已经推行了开放的矿业政策[8],为合作开展矿产勘查与开发提供了良好的环境。根据本文所厘定的矿床谱系及其空间分布,中南半岛地区黑色金属成矿条件优越、成矿时代多、矿床类型多、矿床谱系中“缺位”

现象明显,因而找矿潜力巨大。经初步研究确定的黑色金属成矿远景区有:①越南博萨-石溪富铁矿带,资源潜力大,矿床主要沿深大断裂带展布,矿带长100~200 km,宽 10~50 km。该地区已经发现的铁矿类型有含铁石英岩型、火山沉积变质型、风化残积型、矽卡岩型,越南已经完成 2 个大型铁矿和 1 个中型铁矿的详查,此外还有一批小型矿床和铁矿点未进行深入的勘查工作,有一定的工作价值,可作为进一步勘查的靶区。②云南孟连-缅甸各腊-万达崩锰矿带,位于澜沧江断裂带西侧,从孟连中缅边界的小鸡公山—鸡公山—勐啊—南永—缅甸各腊—万达崩,向南延入老挝,矿带长 50km,宽 15km,遍布整个金三角北区,是一个大型的、很有前景的优质锰矿带。③越北地区,已发现不少高品位的锰矿,具较好的找矿前景。④桑怒-马江蛇绿岩套中的喜马拉雅期超镁铁岩,由于矿体形态复杂等原因,未进行系统的地质工作,是寻找原生铬铁矿的重要远景区。⑤马江蛇绿岩带向北可以延伸至老挝南部、向南延至越南的清化,规模巨大,工作程度较低,找矿潜力较大。⑥沿印缅山脉东北蛇绿岩分布的铬铁矿带,在道茂—梅扎河、因钠当—太公当一带已发现 10 余处岩浆型铬铁矿点或矿化点,未进行地质勘查。原生矿产赋存在蛇纹岩、纯橄榄岩、橄榄岩、方辉橄榄岩等岩体中,次生矿呈漂砾和碎屑或堆积在岩体组成的坡脚,或与火山角砾岩共生,或散布在河床中的第三系砾岩层中,是找寻铬铁矿的重要远景区②。⑦钛铁矿的成矿远景区主要集中在中南半岛的东部地区,在中、新生代辉长岩出露区(如越南太原西北地区)注重寻找岩浆型原生矿及风化残积型钛铁矿,而在海岸线地带要注重寻找钛砂矿。以上远景区可以作为进一步找矿研究和企业风险勘查的参考选区。由于中南半岛地区黑色金属成矿潜力较大,且勘查资金缺乏,工作程度普遍较低,所以通过系统勘查发现新矿床的成功率相对较高。

致谢:衷心地感谢广西地矿局张忠伟高级工程师和云南地矿局张翼飞、李方夏高级工程师等对本文研究的大力支持和帮助!

参考文献

[1]姚伯初.东南亚地质构造特征和南海地区新生代构造发展[J].南海地质研究,1999, 11:1-13.

[2]程裕淇,陈毓川,赵一鸣.初论矿床的成矿系列问题[J].中国地质科学院院报,1979,1:32-58.

[3]陈毓川,裴荣富,宋天锐,等.中国矿床成矿系列初论[M].北京:地质出版社,1998.

[4]翟裕生,邓军,李晓波,等.区域成矿学[M].北京:地质出版社, 1999.

[5]赵鹏大,陈建平,陈建国.成矿多样性与矿床谱系[J].地球科学,2001, 26(2):111-117.

[6]Vladimir N Sazonov, Adriaan H Van Herk, Hugo De Boorder. Spatial and temporal distribution of gold deposits in the Urals [J]. Economic Geology, 2001, 96(4): 685-703.

[7]Ross R Large, Jocelyn McPhie, J Bruce Gemmell, et al. The spectrum of ore deposit types, volcanic environments, alteration halos, and related exploration vectors in submarine volcanic successions: some examples from Australia[J]. Economic Geology, 2001,96(5): 913-938.

[8]杨然.东南亚矿产资源潜力及广西的合作开发对策[J].南方国土资源,2008, 2:13-15.

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(内部),1995.

② 李方夏.云南参与东南亚矿产勘查、开发合作研究.云南省国土资源厅、云南省地质学会(内部),2003.