

东帝汶国金属矿产资源潜力与矿业投资环境

杨献忠, 曾 勇, 刘君安, 陈国光, 刘 闯

YANG Xian-zhong, ZENG Yong, LIU Jun-an, CHEN Guo-guang, LIU Chuang

中国地质调查局南京地质调查中心, 江苏 南京 210016

Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing 210016, Jiangsu, China

摘要: 东帝汶国的成矿地质条件较优越, 矿产资源较丰富。铬铁矿化在马纳图托省、马努法伊省和包考省有明显的找矿信息, 成矿环境受环太平洋成矿带超镁铁质岩带控制。其中位于马纳图托省Hili Manu地区的蛇纹石化超基性岩中呈豆荚状产出铬铁矿, Cr_2O_3 含量在36%~51%之间, 显示出较好的资源潜力。锰矿化主要分布于包考省、维克克省和马纳图托省, 为海相层控型, 其中位于马纳图托省Vemasse地区的锰矿床规模较大, 品位较高, 具有成为中—大型锰矿床的潜力。铜矿化出露于包考省、维克克省、科瓦利马省、马努法伊省、马纳图托省和劳滕省, 矿化作用与蛇绿岩套有关, 其中位于维克克省Ossu地区的蛇纹岩体, 存在与蛇纹石化基性—超基性岩石组合有关的铜/金/银矿化露头, 暗示其下可能隐伏着更大的硫化物矿化体。金矿化既有热液脉型, 又有浅成低温热液蚀变浸染型, 更有河流砂矿型, 分布范围广, 品位中等到较富, 其中马努法伊省Turiscai地区Sue河、Laclo河及Cler河沿岸砂砾层中存在找寻砂金矿的前景, 河流上游存在原生金矿的可能。综上所述, 东帝汶国具有明显的找矿前景、矿产资源开发潜力和较好的矿业投资环境, 建议加大工作力度, 把握机会, 适时介入。

关键词: 金属矿产; 资源潜力; 矿业投资环境; 东帝汶

中图分类号: P612 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2252(2014)02/03-334-08

Yang X Z, Zeng Y, Liu J A, Chen G G, Liu C. An analysis of metal mineral resource potential and mining investment environment in East Timor. *Geological Bulletin of China*, 2014, 33(2/3):334-341

Abstract: The metallogenic geological condition of East Timor is fairly favorable, and many different types of mineral resources have been found there. Chromite mineralization was found in Manatuto, Manufahi, Baucau provinces, and this type of chromite mineralization is hosted in the ultramafic rocks within the Circum Pacific belt. In Hili Manu district of Manatuto province, the podiform chromites with Cr_2O_3 grade between 36%~51% occur in the serpentinized ultramafic rocks, showing great mineral exploration potential. The manganese mineralization associated with the marine strata was mainly found in Baucau, Viqueque and Manatuto provinces. The manganese deposit located in Vemasse region of Manatuto province is high in grade and large in size, with great potential to be a middle to large manganese deposit. Copper mineralization outcrops were found in Baucau, Viqueque, Covalima, Manufahi, Manatuto and Lautem provinces and hosted in ophiolite suite. Cu-Au-Ag mineralization occurs in serpentinized mafic-ultramafic rocks, suggesting that a large sulfide-mineralized body may exist under the serpentinite rock in the Ossu region of Viqueque province. Middle to high-grade old mineralization was found not only in quartz veins but also in altered disseminated chalcopyrite and pyrite. There are prospects to find gold placer in the sandy gravel strata in Sue River, Laclo River and Cler River of Turiscai district in Manufahi province. More importantly, it gives the possibilities to find primary gold deposits along the upper part of the rivers. In summary, the geological setting in East Timor shows good potential of different types of mineralization. It is suggested that more exploration should be done in East Timor. Now, the investment environment of mining in East Timor is good and hence the authors suggest intervening at the right time.

Key words: metal minerals; resource potential; mining investment environment; East Timor

收稿日期: 2013-11-22; 修订日期: 2014-01-15

资助项目: 中央地勘基金项目(编号: 201130D06200123)

作者简介: 杨献忠(1962-), 男, 博士, 教授级高级工程师, 从事矿产地质调查与研究。E-mail: xzyang1010@sina.com

东帝汶国是太平洋和印度洋之间的岛国,位于努沙登加拉群岛最东端,其领土包括帝汶岛东部及西部的 Oecussi(欧库西)省、北侧的 Atauro(阿陶罗)岛和东侧的 Jaco(雅库)岛(图 1)。东帝汶东西长约 275km,南北最大宽度约 100km,国土面积约 $1.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。东帝汶境内多山,最高峰塔迈劳山海拔 3037m,北部主要是崎岖陡峭的山区,南部为相对低缓的丘陵和平原,较重要的矿产信息来自于该国的中部和北部^[2]。

在泰国东海资源有限公司的资助下,笔者所在单位组成考察团于 2010 年 8 月对东帝汶国部分矿化信息点进行野外实地考察并采集了部分样品。本文是在对前人已有矿化信息报道的基础上,结合本次实地调研成果完成的。限于笔者对资料的掌握程度及本次考察的时间,文中对东帝汶国矿产信息的介绍难免有疏漏之处,敬请指正。

1 地质概况

1.1 地层单元和岩石组合

出露于 Viqueque(维克克)省 Viqueque 地区、板块碰撞过程中形成的巨大逆冲推覆体,是目前东帝汶国发现的最古老地层,但该地层没有准确的年龄数据,推测可能为二叠纪以前形成的,由粒玄岩、火山角砾岩、凝灰岩、绿色砂岩、变质辉长岩和变质闪长岩(主要为千枚岩、片岩、片麻岩等)组成,曾发生强烈破碎剪切并经历了低级区域变质。出露的黑色含黄铁矿页岩,是目前东帝汶原地形成并具有较准确测年资料的古老地层,该地层被厘定为中二叠世。中生代时期,早期以浅海、半浅海沉积的钙质页岩、泥灰岩为主,局部夹砂屑岩;晚期以深海相泥灰岩和灰岩为主,局部夹燧石、磷灰石、锰结核等。新近纪从浅海相、近岸浅海相、珊瑚礁岸相沉积逐

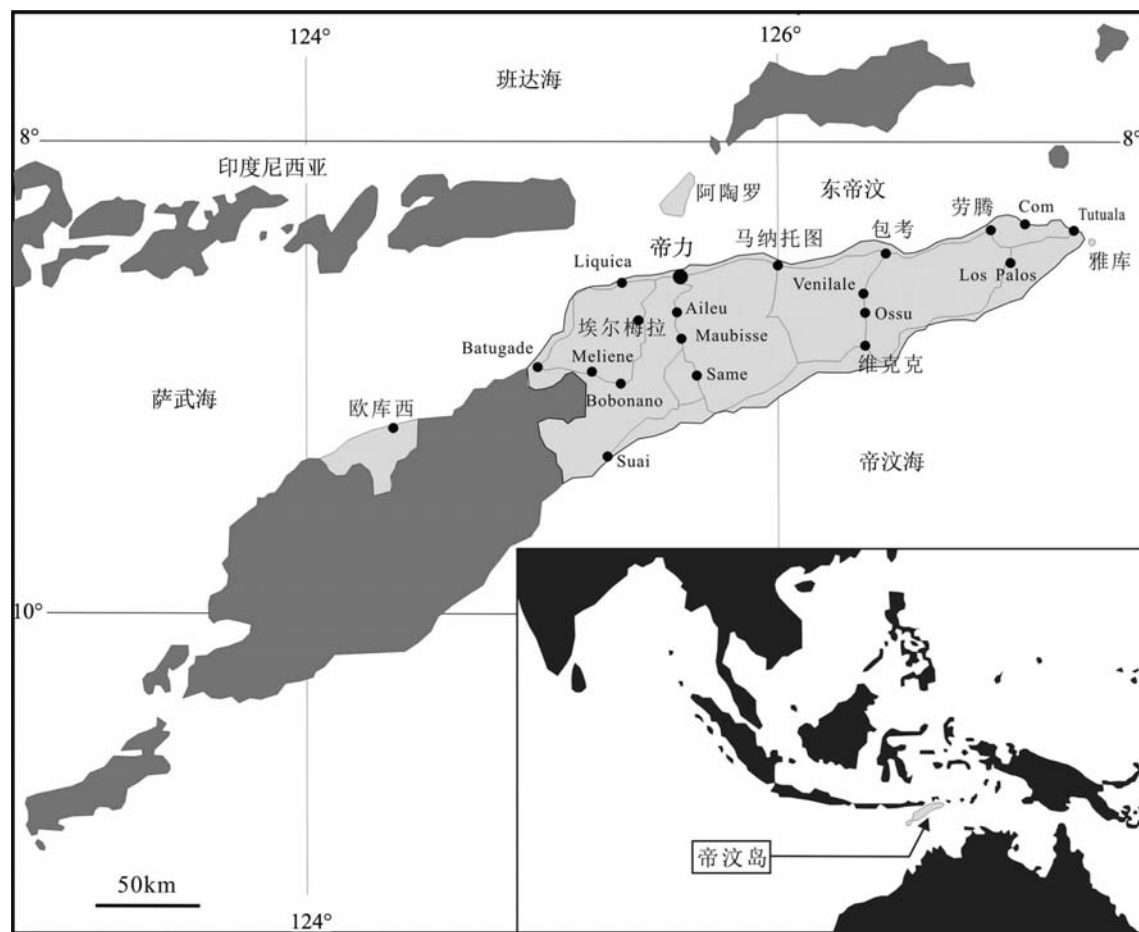


图 1 东帝汶及邻区位置(据参考文献[1]修改)

Fig. 1 Location of East Timor and its adjacent areas

渐向半开放海盆相、海洋三角洲相过渡,早期局部见浅海相喷出的玄武质凝灰岩、熔岩,晚期局部为河流相沉积。第四纪则以滨海相沉积的砂砾为主。帝汶岛仅出露基性、超基性喷出岩;蛇绿岩套层序完整,其基底多为蛇纹石化超镁铁质岩、方辉橄榄岩和纯橄榄岩^[2]。

根据物质来源和形成环境,东帝汶国可划分出4个独特的地层单元(图2)。

(1)原地沉积单元:主要为帝汶岛造山运动期间及其以后沉积的岩石,也包括晚中新世—上新世时期山间磨拉石沉积(Viqueque组)、第四纪期间的沿海碳酸盐岩沉积及其河流冲积物(Baucau组、Polos组、Suai组和Atauro组)^[2]。

(2)准原地堆积单元:粘附于澳大利亚大陆前缘的岩石,与北部板块碰撞后向北漂流并被带到现在的位置,构成准原地沉积。主要岩石类型有:二叠纪浊积砂岩和灰岩夹玄武岩(Atahoc和Cribas组)、三叠纪泥质灰岩(Aituto组)和砂岩(Babulu组)、侏罗纪页岩(Wailuli组)、白垩纪放射虫岩和页岩(Waibua组)、古近纪陆架灰岩(Dartolu组、Borolalo组和Cablaci组)及前二叠纪时期的变质杂岩(Lolotoi组)^[6-7]。

(3)变质岩单元:来自亚洲板块及包括班达弧地块(局部夹火山岩)的岩石,在弧—陆碰撞过程中从下地壳脱离,被逆冲推覆到准原地和原地单元之上。这些岩石在碰撞—推覆过程中发生变质而形成变质岩^[8](原岩为二叠纪—侏罗纪沉积岩)。对Aileu组变质岩中的角闪石进行K/Ar和⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄测定,表明弧—陆碰撞发生于约8Ma时的晚中新世,而云母K/Ar年龄数据反映在5.5Ma左右碰撞作用逐步减弱,岩石开始冷却^[9]。由此推算,整个弧—陆碰撞过程历时约2.5Ma。

(4)滑动沉积单元:二叠纪—早中新世(局部晚中新世)期间,由各种无序—棱角块状、鳞片碎屑状粘土构成的重力滑动沉积单元,被称为Bobonaro(波波纳罗)组^[3-7]。

1.2 构造背景

几十年来,关于帝汶岛的形成及其构造演化一直存在着争论。曾建立逆冲模型^[6]、回弹模型^[10-11]、叠瓦式模型^[12]、折回模型^[13]、前缘逆冲模型^[14]等多个地质模型,以解释帝汶岛的地质构造演化史及地层发展史,但似乎单一的构造模式难以充分有效地解释其复杂性^[2]。目前,逆冲模型与叠瓦式模型(图3)

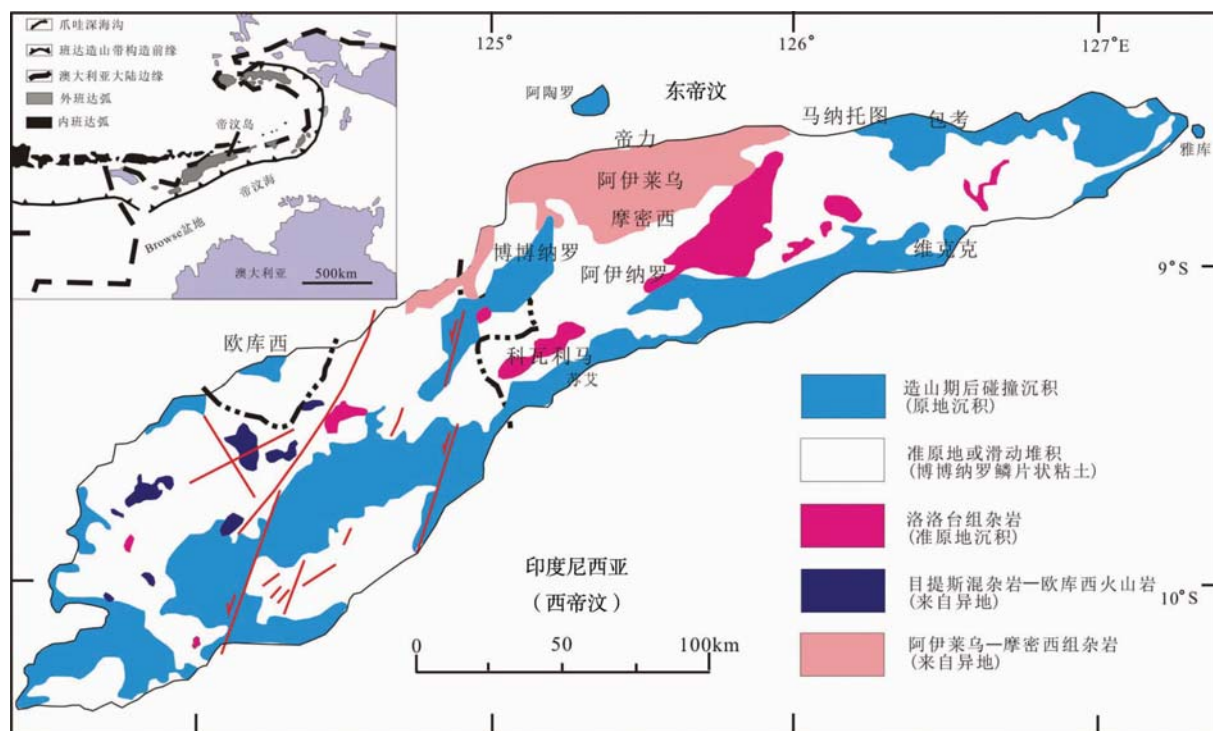


图2 帝汶岛地质简图(据参考文献[3-5]修改)

Fig. 2 Geological sketch map of Timor Island

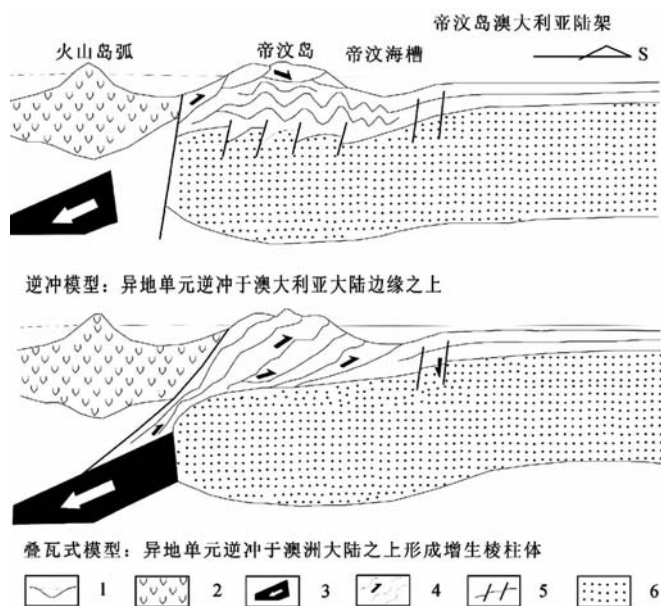


图3 帝汶岛形成构造示意图(据参考文献[6,12]修改)

Fig. 3 Different structural interpretations
of the origin of Timor Island

1—海平面;2—火山岩;3—板块俯冲方向;
4—逆冲地质体;5—断层;6—澳洲板块基底

相结合的构造模型被广泛接受^[6,15-18]:喜马拉雅造山期,印度—澳大利亚板块沿苏门答腊—爪哇海沟向欧亚板块俯冲、碰撞,形成两大板块之间的过渡带(岛弧带及弧前盆地)及其北侧弧后盆地构造区,构成班达(Banda)构造带。该带位于澳大利亚之北、新几内亚岛之西、呈开口向西平卧的U字形,也就是说澳大利亚和帝汶岛基底处于同一个大陆板块,帝汶岛基底是澳洲大陆板块的前缘,其在中新世中期之前与班达弧地块(亚洲微板块)隔海相望,板块碰撞前两者之间的距离很近;中新世中期—上新世中期两者发生碰撞,碰撞过程中来自亚洲微板块的异地地层被逆冲推覆到澳大利亚原地地层之上,而作为增生楔的帝汶岛的隆升则是这一碰撞的直接体现。因此,认为帝汶岛具有双层结构,下部基底属于澳洲大陆板块,而上部推覆体则是帝汶岛班达(外)弧的一部分,大地构造位置隶属欧亚板块(边缘部分)。

现有研究表明,东帝汶已经发现的金属矿化作用与上述构造过程密切相关,其分布受NE-SW向构造所控制^[8]。

2 矿产资源潜力分析

针对帝汶岛的基础地质研究始于20世纪初期。伴随对东帝汶基础地质的研究,找矿工作也一直受到不同程度的关注。早期研究已经描述过帝汶岛的铜矿化作用及其铜矿资源潜力^[19];对东帝汶史前铜工业的初步研究证明,东帝汶存在有历史记录以前的冶炼和铜制造业,最古老的矿产开发活动有可能始于铜矿^[20-21];日本曾在东帝汶从事过矿业开采活动^[2,8],当地居民也反映,下文叙述的位于包考省Vemasse地区Ladeia Betulale村内的锰矿露头是因二战时期日本从事开采活动而出露的;20世纪80年代开始,一些矿业公司对东帝汶的金、银、铜、锰、铬等矿化信息进行了报导并部署了相关工作,有的还拥有了矿权^[22]。采用“单位地区生产价值(URPV)”指标对东帝汶国的矿产资源潜力进行评估,认为整个东帝汶国的矿产资源潜在价值约81.6亿美元^[23]。

到目前为止,东帝汶国金属矿产的采矿活动几乎为空白^[1],但这并不等于说东帝汶不存在可供规模开采和利用的矿产资源。帝汶岛的造山运动,在金属矿产的矿化乃至成矿作用中扮演着非常重要的角色^[8]。与班达岛弧火山岩有着密切关系的金、银等矿化信息主要发现于东帝汶的北部;岛弧火山岩浆活动引发的热液活动形成了金、银、铜、铅、锌等浅成低温热液型矿化;蛇绿岩套中存在Mn、Ni、Pt族元素等矿化信息,也发现块状硫化物矿化、含铜黄铁矿、金和银矿化、铅和锌矿化等;镍矿化多在蛇绿岩组合的橄榄岩型红土风化剖面形成二次聚集。

现有资料表明,东帝汶国矿产资源信息较为丰富,报道的矿点众多(图4)。现据考察成果针对主要矿化现象简述如下。

2.1 铬铁矿矿化

包考省、马纳图托省和马努法伊省先后发现铬铁矿矿化信息,且马纳图托的铬铁矿化点可能具有更大的经济价值。

马纳图托省Hili Manu区Lacle村Ve Eda自然村的铬铁矿矿化点位于村南沿海公路53km处,在Biau山以南3km、海拔699m的山上。该点出露灰绿色基性铁镁质蛇纹岩,东北侧为高度变形的蛇纹石

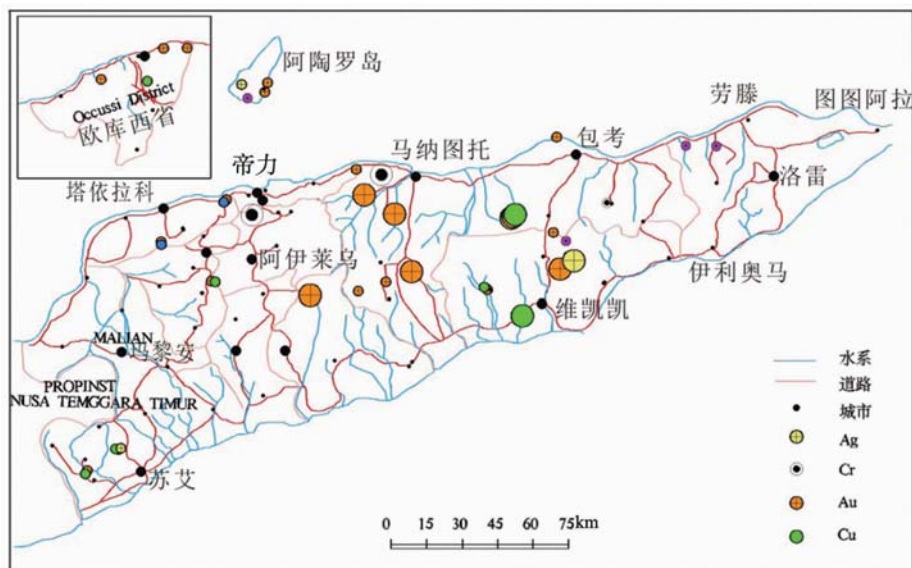


图4 东帝汶金属矿化点分布(据参考文献[6,8]修改)

Fig. 4 Sketch map showing the distribution of metallic mineralized spots in East Timor

化橄榄岩、西南侧为透镜状超基性岩(纯橄榄岩及方辉橄榄岩)。这些岩石均具有弱磁性。整个矿化带全长超过3km,呈NE-SW向沿陡峭山脉峰脊线延伸。发现的2个最好的铬铁矿矿化露头面积约 $6\times 6\text{m}^2$ (图5),呈豆荚状产出。样品分析结果表明,其中的 Cr_2O_3 含量在36%~51%之间,显示较好的资源潜力。该豆荚状铬铁矿矿化类似于环太平洋成矿带上的菲律宾、印尼加里曼丹、法属新喀里多尼亚等异地蛇绿岩内发现的铬铁矿矿化作用^[2]。已有研究表明,这些超基性岩可能是板块碰撞过程中,于Java海沟与内班达弧之间被俘获的大洋地幔物质^[24]。

2.2 锰矿化

东帝汶的锰矿化多为与页岩、灰岩有关的沉积型。已发现的锰矿化信息主要位于包考省 Vemassee、Talamata、Venilale 等地区、维克克省 Uato Carbau 地区及马纳图托省。

位于包考省 Vemassee 地区的锰矿化点位于 Ladeia Betulale 村,并以该村为中心向东西两侧延伸。村内见锰矿化体出露,近海一侧草丛中还堆放了少量过去开采的锰矿石(图6)。矿化体总体走向NEE,倾向NNW,倾角 $50^\circ\sim 60^\circ$,呈层状且层位稳定,控制长度约2.5km,宽度约

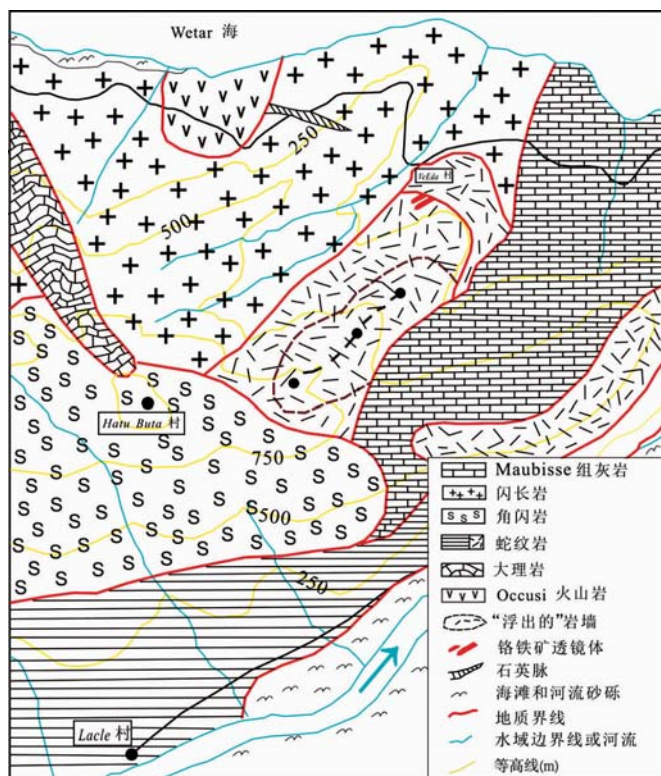
图5 马纳图托省 Hili Manu 区铬铁矿矿化点周边地质图
(据参考文献[8]修改)Fig. 5 Geological map of chromite mineralized spots
in Hili Manu district of Manatuto province



图6 Ladeia Betulale村锰矿(左:露头,右:矿石堆)

Fig. 6 Manganese deposit at Ladeia Betulale of Vemasse district, Baucau

100m,推测延深大于100m。样品分析结果显示,主要矿石矿物为软锰矿、硬锰矿、菱锰矿或其氧化物产物,脉石矿物为方解石等碳酸盐矿物。矿石品位较高,金属锰含量在51.7%~56.6%之间(ICP发射光谱分析)。该锰矿化体为沉积型,时代可能为更新世中晚期,沉积环境为陆棚一次深海相。如果按最小比重4测算,保守估计该矿化点具有亿万吨矿石资源量。为此圈定了可供进一步勘查的范围,面积约22km²。

2.3 铜金矿化

一些铜矿化、含铜金矿化和金矿化信息都来自相同成因的、由大量蛇纹岩蚀变的基性—超基性岩石中。这些岩石被全新世海洋沉积物所覆盖,因此其内的矿产情况还未知。出露于Virac地区自然铜的矿化作用可能与基性—超基性岩中的条带状铁质充填物有关^[25]。

包考省Ossuala地区蛇纹岩中夹有复杂硫化物充填物的沉积夹层,该硫化物为黄铜矿、黄铁矿等矿物,且每吨硫化物中还含有3g金、170g银^[26]。在维克克省Ossu地区蛇纹岩体中,在(15×15)m²范围内同样也发现了黄铁矿和黄铜矿的露头,这些硫化物中金、银品位分别达到3~4g/t和70g/t;从Ossu地区到Leca地区蛇纹岩出露的溪流中,均可见到这些含有铜/金/银的块状硫化物露头。该矿化现象与蛇纹石化基性—超基性岩石组合有关。这些露头特

征暗示其下可能隐伏着更大的硫化物矿化体。

在包考省Vemasse及Virac地区,也发现铜矿或铜—金矿化迹象;在Covalima(科瓦利马)省、马努法伊省、马纳图托省及劳滕省也见蛇绿岩,其中马努法伊省的蛇绿岩组合岩层中有黄铜矿存在^[19]。

上述地区产出的与蛇绿岩有关的铜—金—银矿化作用,与世界著名的塞浦路斯火山型、与蛇绿岩套有关的铜—金—银矿床^[27]十分相似。东帝汶有众多的蛇绿岩分布,因此这里具有寻找该类型矿床的良好前景。

2.4 金矿化

金矿化作用有多种形式,但主要为石英脉、石英—方解石脉和方解石脉型金矿化,寄主岩石多为页岩—板岩或页岩。石英—方解石脉多存在于(蚀变)辉绿岩与黑色页岩的接触带,并发生浸染状黄铜矿、黄铁矿及金矿化作用。

马努法伊省Turiscai地区Daerah村2个样品中的金品位,分别达到了107g/t和75g/t。矿脉下游的Sue河沿岸存在大型砂砾岩沉积层,因曾发生过轰动的淘金事件而闻名于世,并在全新世砂砾层和古老砂砾层中发现大量的金块及冲积型砂金^[5]。野外宏观地质特征显示,在上述矿脉产出的Sue河、Laclo河南部,以及Cler河沿岸存在寻找砂金矿的前景;溯源追踪,这些河流上游沿岸,也存在寻找原生金矿的可能。

3 东帝汶国矿业投资环境浅析

东帝汶国三面环海,首都帝力市是全国政治、经济和文化中心。

东帝汶属热带气候,温暖湿润,全年降雨量为160~270cm,平均气温24℃,8~11月气候较干燥。由于地理位置的差异,北部沿海地区、内陆地区和南部沿海地区的气候、雨季时段和年均降水量也略有不同,但总体而言,每年的6~11月比较适合开展野外地质工作。

东帝汶有2座飞机场,分别是首都帝力国际机场和东部包考机场;有11个港口,其中帝力港为开放的深水良港,也是东帝汶的主要港口;主要干道位于北部沿海海岸,南部海岸道路状况不佳,较大的城市及城市附近道路通行状况良好;山区道路状况不佳,多为土石路,仅能单车通过;全国SN向仅有3~4条道路可以穿越中央山脉。

东帝汶是亚洲最贫困的国家和全球20个最落后的国家之一,约41%的人生活在贫困线以下。东帝汶经济发展主要依靠渔业、咖啡种植业及农业,富产石油和天然气,因此相继与多个国家签署油气勘查与开发合作协议。迄今为止,东帝汶国还没有象样的工业,除油气以外的矿业几乎为空白。

随着东帝汶国社会秩序日趋稳定,各种法律法规也逐步完善。2011年底,东帝汶国民议会审议通过了新的《劳动法》,并已于2012年2月起正式生效施行。该法对劳动关系主体的权利、义务等做出了具体规定^[28]。提醒拟赴东帝汶投资的企业,应遵守东《劳动法》的要求和规定。东帝汶于2013年初重申,外国公民不得以旅游签证形式在本国务工、经商,合法务工、经商者需持有工作签证。因此,提醒拟来东帝汶工作的中国公民,参照《首次申办东帝汶一年工作签证指南》的要求做好相应准备,并提前在国内办理有关文书的公证和领事认证^[28]。

正如前文所述,东帝汶国的矿产资源潜力巨大,但对于矿业政策,目前东帝汶国主要采用的是联合国为其制定的“矿业和矿产资源管理法”草案(MMML)^[8],并在实施过程中逐步完善。因此,中国矿业企业在政府的技术、信息和政策支持与引导下,如果善于把握机会、瞄准时机、适时介入、放手尝试,可能会产生意外的收获和效果。但毋庸置疑,东帝汶国独立仅十余年,政策风险及其法律法

规的完善性还亟需加强,需要投资企业具有战略胆识和规避风险的能力。

4 结 论

虽然东帝汶国的地质研究程度不高,地质勘查几乎空白,但根据已有资料并结合本次赴东帝汶实地考察成果分析,东帝汶国成矿地质条件优越,矿产资源潜力较大,找矿前景良好。

(1)马纳图托省 Hili Manu 区 Lacle 村 Ve Eda 自然村的铬铁矿矿化,产于灰绿色铁镁质超基性岩中,呈豆荚状产出,其中的 Cr_2O_3 含量在36%~51%之间,显示出较好的资源潜力。

(2)包考省 Vemasse 地区 Ladeia Betulale 村的 Mn 矿化,已呈层状矿体出露,金属锰含量较高,初步估算,锰矿石资源量在亿万吨以上,因此评估其具有成为大型锰矿床的潜力,并圈定22km²范围以供进一步勘查。

(3)维克克省 Ossu 地区蛇纹岩体中,存在与蛇纹石化基性—超基性岩石组合有关的铜/金/银矿化露头,暗示其下可能隐伏着更大的硫化物矿化体,值得进一步工作。

(4)在马努法伊省 Turiscai 地区 Sue 河、Laclo 河,以及 Cler 河沿岸砂砾层中,存在寻找砂金矿的前景;河流上游存在原生金矿的可能。

(5)鉴于东帝汶国现有的法律法规和矿业投资政策,建议有关部门部署相应的地质调查,以摸清该国矿产资源潜力,为政府决策和实施走出去战略目标提供技术支撑和信息服务;中国矿业企业也可把握机会,瞄准时机,适时介入,可能会取得较好的收获和效果。

致谢:泰国东海资源有限公司为赴东帝汶考察活动提供了资助,中国地质调查局发展研究中心邱瑞照研究员、中国地质调查局南京地质调查中心姚仲友教授级高工和王天刚博士提出了宝贵的修改意见,在此一并表示感谢。

参考文献

- [1]Lisboa J V, Carvalho J M F, Oliveira A, et al. A preliminary case study of potential ceramic raw materials in the Aileu area of Timor Leste[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2007, 29: 593-603.
- [2]Francisco C M, Vicent C P. Exploring Timor-Leste—Minerals Potential[M]. Pacific Economic Cooperation Council—PECC Minerals Network, Brisbane, Queensland, 2003.

- [3]Charlton T R. The structure setting and tectonic significance of the Lolotoi, Laclubar and Aileu metamorphic massifs, East Timor[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2002, 20: 851–865.
- [4]Chamalaun F H, Lockwood K, White A. The Bouger gravity field and crustal structure of eastern Timor[J]. *Tectonophysics*, 1976, 30: 241–259.
- [5]Myra K, David W H. Deformation and exhumation in Timor: Distinct stages of a young orogeny[J]. *Tectonophysics*, 2010, 483: 93–111.
- [6]Audley-Charles M G. *Geology of Portuguese Timor*[M]. Geological Society of London Memoir (No. 4), London, 1968: 1–76.
- [7]Charlton T R, Kaye S J, Samoedra H, et al. Kai islands: Implications for evolution of Aru Through and Weber Basin, Banda Arc, Indonesia[J]. *Marine Petroleum Geology*, 1991, 4: 62–69.
- [8]UN ESCAPE-report. Exploring Timor-Leste: Mineral and Hydrocarbon Potential[M]. Report prepared by UN ESCAPE consultants for the Government of Timor-Leste, 2003.
- [9]Berry R F, McDougall I. Interpretation of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and K/Ar dating evidence from the Aileu formation, East Timor, Indonesia[J]. *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)*, 1986, 59: 43–58.
- [10]Chamalaun F H, Grady A E. The tectonic development of Timor: A new model and its implications for petroleum exploration[J]. *Australian Petroleum Exploration Association Journal*, 1978, 50: 102–108.
- [11]Chamalaun F H, Grady A E. Timor tectonic development: new model and its exploration implications[J]. *The Oil and Gas Journal*, 1978, 16: 114–116.
- [12]Hamilton W. *Tectonics of the Indonesian region*[R]. United States Geological Survey Professional Paper, 1979.
- [13]Charlton T R. Postcollisional extension in arc-continent collision zones, eastern Indonesia[J]. *Geology*, 1991, 19: 28–31.
- [14]Harris R A, Kaiser J, Hurford A, et al. Thermal history of Australian passive margin cover sequences accreted to Timor during Late Neogene arc-continent collision, Indonesia[J]. *Journal of Asian Earth Sciences*, 2000, 18: 47–69.
- [15]Harris R A. Temporal distribution of strain in the active Banda orogen: a reconciliation of rival hypotheses[J]. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 1991, 6: 373–386.
- [16]Londoño J, Lorenzo J M. Geodynamics of continental plate collision during late Tertiary foreland basin evolution in the Timor Sea: constraints from foreland sequences, elastic flexure and normal faulting[J]. *Tectonophysics*, 2004, 392: 37–54.
- [17]王海荣,王英民,刘振湖,等. 台湾西部前陆盆地和帝汶海前陆盆地的比较学研究[J]. *大地构造与成矿学*, 2007, 31(2): 137–144.
- [18]Barber A J, Charlton T R. 澳大利亚—班达岛弧碰撞力学[J]. *地质科学译丛*, 1989, 6(3):22 (译自《DELP Tokyo International Symposium》: 1988: 65–66, 蓝晶译, 朱志澄校).
- [19]Hoen C W A P, Van Es L C J. The Exploration for minerals in the Island of Timor[J]. *Jaarboek van het Mijnwezen, Verh(II)*:1925: 1–80 (Translated from the Dutch; International Report Department of Mines, Jakarta, Indonesia, 1924, G42–1).
- [20]Glover I C. Excavations in Timor, a study of economic exchange and cultural continuity in prehistory[D]. Australian National University, 1972.
- [21]Glover I C. *Archaeology in Eastern Timor*, Canberra[D]. Australian National University, 1986.
- [22]Kuo C S. *The Mineral Industry of Indonesia*[R]. United States Geological Survey, 1995.
- [23]Griffith J E. The unit regional value concept and its application to Kansas[R]. Special Distribution Publication No.38, United State Geological Survey, Lawrence, University of Kansas, 1969.
- [24]Berry R F. Petrology of the Hili Manu Iherzorite, East Timor[J]. *Journal of Geological of Australia*, 1981, 28: 453–469.
- [25]Wittouck S F. *Exploration of Portuguese Timor*[R]. Report of Allied Mining Corporation to Asia Investment Co, Ltd., Amsterdam, 1937.
- [26]Bambang S. Minerals Potential of Timor-Leste[C]//Conference proceeding- International: Opportunities & Challenges for Oil and Gas and Mining Sector in Timor-Leste. Dili, 2003.
- [27]Cox D P, Singer D A. *Mineral Deposit Models*[J]. US Geological Survey Bulletin, 1986: 1693.
- [28]中华人民共和国驻东帝汶大使馆. 关于提醒遵守东帝汶《劳动法》事(附件:东帝汶劳动法<中文翻译稿>)(EB/OL)[2013-03-22] <http://tl.chineseembassy.org/chn>