

成矿单元划分原则和方法探讨

陈廷愚 耿树方 陈炳蔚

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

摘要: 本文强调, 区域成矿图的编制原则和方法虽然应当以大地构造为基础, 但却更应考虑成矿作用本身。成矿作用本身是确定成矿单元及其边界的首要因素。笔者在文中仍采用了成矿省这一概念。但与前人的用法不同, 在这里, 成矿省不仅具有空间概念, 更为重要的是它具有时间属性。本文所说的成矿省是指在一定大地构造基础上, 在相同或相似的地质背景中, 在相同或相近的成矿时代, 经相同或相关的成矿作用所形成的一种或彼此相关的几种矿床的分布范围。在此基础上划分成矿区(带)、成矿潜力区和成矿远景区。成矿区(带)是指根据所存在的矿床分布情况和成矿有利地质条件划分出的成矿单元。成矿潜力区是根据成矿有利地质条件划分出的成矿单元; 潜力区内有时会存在有关矿床的矿化显示。成矿远景区是根据成矿有利地质条件推测(预测)出的成矿单元。

根据这一思路, 笔者提出了成矿单元的划分步骤以及在大地构造基础上划分成矿单元的原则框架, 将克拉通地区的成矿单元按克拉通基底发展阶段、克拉通盖层发展阶段和后克拉通发展阶段划分成矿省; 将造山带地区的成矿单元按造山带发展早期阶段、造山带发展晚期阶段和后造山带发展阶段划分成矿省; 与基性-超基性岩带有关的矿床按其发育的断裂带、裂谷带和蛇绿岩带划分成矿单元。在克拉通和造山带晚期特别是后期发育的成矿单元, 其界线可能与大地构造界线不尽一致甚至可能穿越构造界线。

笔者结合中国情况对成矿单元进行了初步划分, 例如华北克拉通东端的胶-辽菱镁矿-滑石-石墨成矿省、华北克拉通北缘的燕-辽铁-金成矿省、西秦岭华力西造山带的西秦岭铅锌成矿省和大兴安岭华力西造山带的大兴安岭多金属-铁成矿省以及这些成矿省中的成矿潜力区和远景区等等。这样的划分, 实际上已经预示了找矿范围和找矿方向。

关键词: 成矿单元; 划分; 原则; 方法; 克拉通; 造山带

中图分类号: P612 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)04-1130-11

长期以来区域成矿图(成矿规律图)的编制多是以大地构造图为基础, 其具体做法是在大地构造图上圈出成矿单元, 而对区域成矿图编制的原则和方法如何能更好地反映成矿作用本身的性质和特点, 以更加有助于普查找矿工作却鲜有讨论。

近年来笔者在从事区域成矿图的编制, 特别是在“亚洲中部及邻区成矿图”的编制工作中, 也曾尝试过俄罗斯科学家提出的以“构造-物质组分”为基础的区域成矿图的编制原则和方法。但经过反复的实践和深入的思考, 我们逐渐领悟到, 区域成矿图的编制原则和方法固然应当以大地构造为基础, 但它

却必须更应考虑成矿作用本身。

事实上, 成矿作用是在具一定化学元素组分的某部分地壳或岩石圈中, 在一定的地质构造基础上, 在有利的成矿地质作用(包括沉积作用、变质作用、构造运动、岩浆作用、火山活动和热液作用等等)条件下, 这些元素的富集, 形成具有经济意义矿床的作用。这些作用的发生离不开一定的大地构造背景, 大地构造演化作为成矿作用发育的基础, 在宏观上控制着成矿地质作用的发展。但构造运动本身并不是成矿作用。构造单元并不整体都是成矿有利地区, 因而构造单元并不等同于成矿单元。

收稿日期: 2010-05-20; 改回日期: 2010-07-18

基金项目: 中、俄、蒙、哈、韩合作项目“亚洲中部及邻区地质图系编图(1:250万)”资助。

作者简介: 陈廷愚, 男, 1940年生, 研究员, 主要从事矿床学、花岗岩岩石学和南极地质研究; E-mail: chenty@cags.ac.cn。

成矿作用本身具有自己的特点,它是确定成矿单元及其边界的首要因素。在具体圈定成矿区(带)时,成矿单元与构造单元之间的关系,两者范围大体重叠,但边界却不尽一致的情况时有发生。以通常作为构造单元界线的断裂为例:断裂固然是构造地质活动的表象,但与断裂有关的成矿作用常常不是以断裂为界,而是在断裂一侧或两侧发育,且更多是在两侧均有发育,因而若以断裂为界就导致了成矿单元的界线恰好分割了受断裂控制的一个完整的成矿带。

为简化术语,笔者仍采用了成矿省这一概念。但与前人的用法不同,在这里,成矿省不仅具有空间概念,更为重要的是它具有时间属性。由于在某一构造单元中,在不同地质时代可能发育不同的成矿地质作用,形成不同的矿床,因而构成不同的成矿单元。于是便出现了成矿单元的重叠、以及进行地质制图时对成矿单元的剥离问题。这一认识,对于我们追溯成矿作用原貌,划分成矿省及其中的成矿单元,以便在此基础上使有关的普查找矿工作的方向更加明确,是极为重要的。也就是说,在同一地区出现的矿床可能是在不同地质时代,由不同成矿作用形成的,属于不同的成矿单元,因而其找矿远景也各不相同。这一特点在中国这个地壳稳定性较差、活动性较高的地区表现得尤为突出。

1 基本概念

成矿省:在一定大地构造基础上,在相同或相似的地质背景中,在相同或相近的成矿时代,经相同或相关的成矿作用所形成的一种或彼此相关的几种矿床的分布范围。

在稳定性较差的华北克拉通内,成矿省一般发育于二级构造单元,如华北克拉通边缘隆起、胶辽隆起或相关的拗陷区等。这些不同的二级构造单元可能在不同地质时代,经不同的成矿作用,形成不同的矿床。

在造山带地区,如果成矿作用发生的时代与造山带形成的时代一致,则可以造山带为基础划分成矿单元,如西秦岭地区的铅锌矿,主要分布于华力西造山带,由此形成相应的铅锌成矿省。但如果成矿作用发生的时代与造山带形成的时代不一致,比如说,晚于造山带形成的时代,这种成矿单元的界线则可能跨越不同时代的造山带。例如:在大兴安岭西侧的额尔古纳造山带上发育着中生代时期的成矿作用。

成矿区(带):根据所存在的矿床分布情况和成矿有利地质条件划分出的成矿单元。成矿区(带)内的矿种可以是一种或多种,但这些矿种一般具有相同或相近的成矿地质条件。如华北克拉通北缘的金和铁矿、胶辽的石墨、滑石和菱镁矿、大兴安岭地区的多金属-铁矿、西秦岭的铅锌矿等等。

成矿潜力区:根据成矿有利地质条件划分出的高级成矿单元。潜力区内有时会存在有关矿床的矿化显示。

成矿远景区:根据成矿有利地质条件推测(预测)出的成矿单元。例如燕—辽铁—金成矿省是在华北克拉通北缘基础上划出的,包含阴山—燕山铁—金成矿带及其以西的狼山成矿潜力区、银川成矿潜力区和雅布赖山成矿远景区;大兴安岭成矿省包括扎赉特旗—巴林左旗铁—多金属成矿带及鄂温克旗—东乌珠穆沁旗铁—多金属成矿带,以及扎兰屯铁—多金属成矿潜力区、呼伦贝尔—牙克石多金属成矿潜力区和鄂伦春旗—东乌珠穆沁旗成矿远景区等等。

成矿单元的重叠和剥离:由于成矿单元考虑了成矿时代因素,而在同一地区可能在不同地质时代有不同类型的矿床形成,并构成不同的成矿单元,从而导致在某一地区可能出现不同成矿单元的重叠。进行这种不同时代的成矿单元的区分是必要的,因为这些在某一地区重叠的成矿单元并非在任何地方都是完全重合的,它们可能在其延伸方向上产生差异,意味着存在不同的普查找矿方向和远景。例如中国胶东半岛的中生代金成矿省,即可与元古宙的菱镁矿—滑石—石墨成矿省重叠。但在进行大比例尺的地质普查找矿工作时,它们是有区别的,标识着不同的找矿方向。因而在进行成矿单元划分时需要区别对待,把不同的成矿单元剥离出来。

2 成矿单元的划分步骤及在大地构造基础上划分成矿单元的原则框架

在划分成矿单元时,一般应考虑如下步骤:

(1)首先研究该区所处的大地构造环境,特别是二级构造单元。这是划分成矿单元的地质基础。

(2)同时注意研究某区域内矿床的成矿地质作用,包括成矿地质条件、控矿因素,特别是成矿时代。这是划分成矿单元的依据。然后将在成矿作用、成矿时代及矿床成因上相关的矿床按其在地质上的分布

情况划分出成矿区(带)。

(3)最后根据这些因素在该区内或区外找出具有类似条件的地区,按其成矿可能性划分成矿潜力区或成矿远景区。

由于这里所说的成矿单元是成矿作用的反映,不仅具有空间概念,而且具有时间属性,因此它实际上反映的是区域成矿作用的演化,因而相应的成矿单元的形成也就与本区区域地质发展演化存在着密切的关系。

2.1 克拉通地区成矿单元的划分

(1)克拉通基底发展阶段

在克拉通基底发展阶段沉积成矿作用或火山-沉积成矿作用占主导地位(如前寒武纪的条带状含铁建造),因而有关成矿单元的划分主要以地层的发育为基础。如胶-辽成矿省中主要形成于元古宙的石墨、菱镁矿和滑石矿(与沉积成矿作用有关)以及硼矿(与火山-沉积成矿作用有关)即具有这种性质。

(2)克拉通盖层发展阶段

这一阶段沉积成矿作用占主导地位,有关成矿单元的划分主要以地层的发育为基础。如华北克拉通青白口纪的宣龙式铁矿和石炭纪的铝土矿等。

(3)后克拉通发展阶段

在后克拉通阶段,构造-岩浆作用占重要地位。如华北克拉通的后克拉通阶段,燕山期的构造-岩浆活动占据重要地位。有关成矿作用和成矿单元的划分主要以矿化初期富集层位(矿源层)为基础,同时考虑后期叠加的构造-岩浆活动的作用。如华北克拉通北缘的铁、金矿等。

2.2 造山带地区成矿单元的划分

从成矿作用演化的角度来看,造山带的成矿作用和成矿单元的划分可分为如下阶段:

(1)造山带发展早期阶段

这一时期沉积成矿作用或火山-沉积成矿作用占主导地位。有关的成矿单元的划分主要与地层有关。成矿单元界线一般受控于构造单元或有关的地质界线。如秦岭造山带主要赋存于泥盆系地层的铅锌矿和大兴安岭造山带与晚泥盆世—早石炭世火山活动有关的铁矿(如谢尔塔拉铁矿)等。

(2)造山带发展晚期阶段

这一时期构造-岩浆成矿作用占重要地位。有关的成矿单元的划分主要是在原有成矿作用基础上叠加了后期的构造-岩浆活动和热液活动。因此成矿单

元界线可能跨越构造单元界线。如大兴安岭造山带中与晚古生代花岗岩有关的金、银和多金属矿等。

(3)后造山带发展阶段

后造山带阶段是指在造山带形成之后所发生的与原来的造山带发展史已没有直接关系的地质作用和成矿作用。在这一阶段,有关的成矿作用和成矿单元的划分主要与造山带形成之后所发生的构造-岩浆活动和热液活动有关。成矿单元界线常常跨越原有构造单元界线。如额尔古纳造山带及华北克拉通东北部主要形成于中生代燕山期的各种金矿等。

2.3 基性-超基性岩发育的断裂带、裂谷带和蛇绿岩带成矿单元的划分

该成矿单元基性-超基性岩及其有关矿床,如Cu, Ni, Cr, Co, Pt等占主导地位。矿床的分布主要与基性-超基性岩的发育和分布有关。成矿单元的划分以基性-超基性岩带的分布和有关断裂带为基础。如内蒙贺根山-索伦山含铬基性-超基性岩带、攀枝花-西昌裂谷带的钒钛磁铁矿及有关的Cu, Ni, Cr, Co和Pt矿等。

3 中国几种不同类型成矿单元的初步划分

3.1 克拉通地区

3.1.1 胶-辽菱镁矿-滑石-石墨成矿省(克拉通基底发展阶段的成矿省)

由于地理上的原因,该成矿省分为如下2个亚省:

1)胶东菱镁矿-滑石-石墨成矿亚省

在胶东莱州粉子山-优游地区发育古元古代菱镁矿和滑石矿,在莱西南墅-北墅地区广泛发育古元古代石墨矿等。这是一个古元古代形成的菱镁矿-滑石-石墨成矿省。矿床是在沉积作用基础上叠加变质热液交代作用形成的。因此圈定这类矿床的成矿区、成矿潜力区和成矿远景区主要在古元古代地层分布区进行。实际上,在该成矿省中,菱镁矿和滑石矿分布在莱州及福山地区,而石墨矿分布在莱西地区。由此可划分出莱州菱镁矿-滑石成矿区和莱西石墨成矿区、蓬莱-福山和威海-荣成成矿潜力区,以及牟平成矿远景区(图1)。

2)辽东菱镁矿-滑石成矿亚省

在辽宁海城和抚顺地区发育古元古代形成的菱镁矿和滑石矿,其特征与胶东相似。抚顺与海城之间

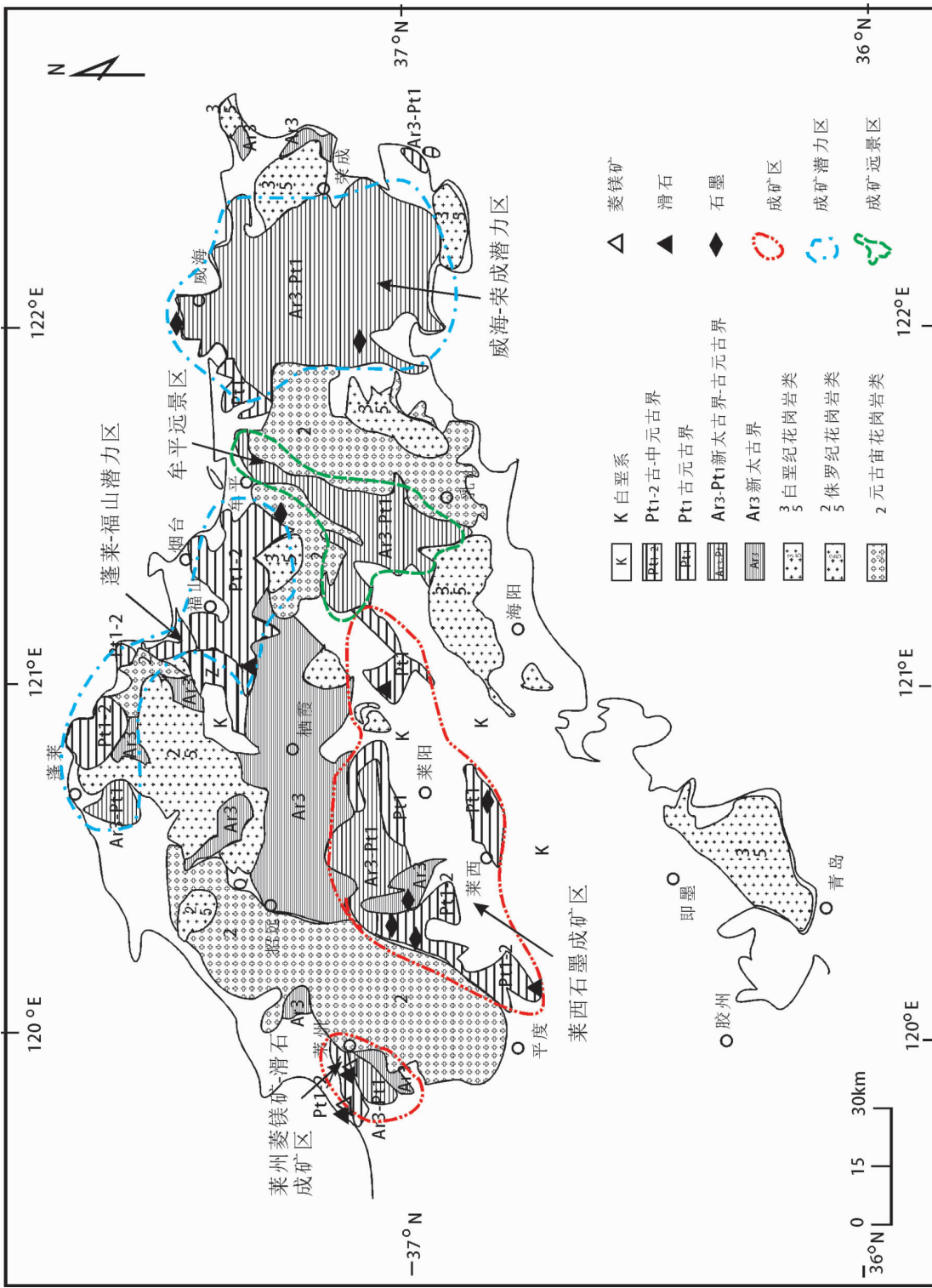


图 1 胶东菱镁矿-滑石-石墨成矿亚省中的成矿单元略图
 (地质资料根据张志敏(2002)^[1],矿产资料根据韩俊卿、王建华(2001)^[2]综合简化)
 Fig.1 Sketch map of metallogenic units in the East Shandong magnesite-talc-graphite subprovince
 (geological date after Zhang Zhimin(2002)^[1]; mineral resources date after Han Junqing and Wang Jianhua, 2001^[2], simplified)

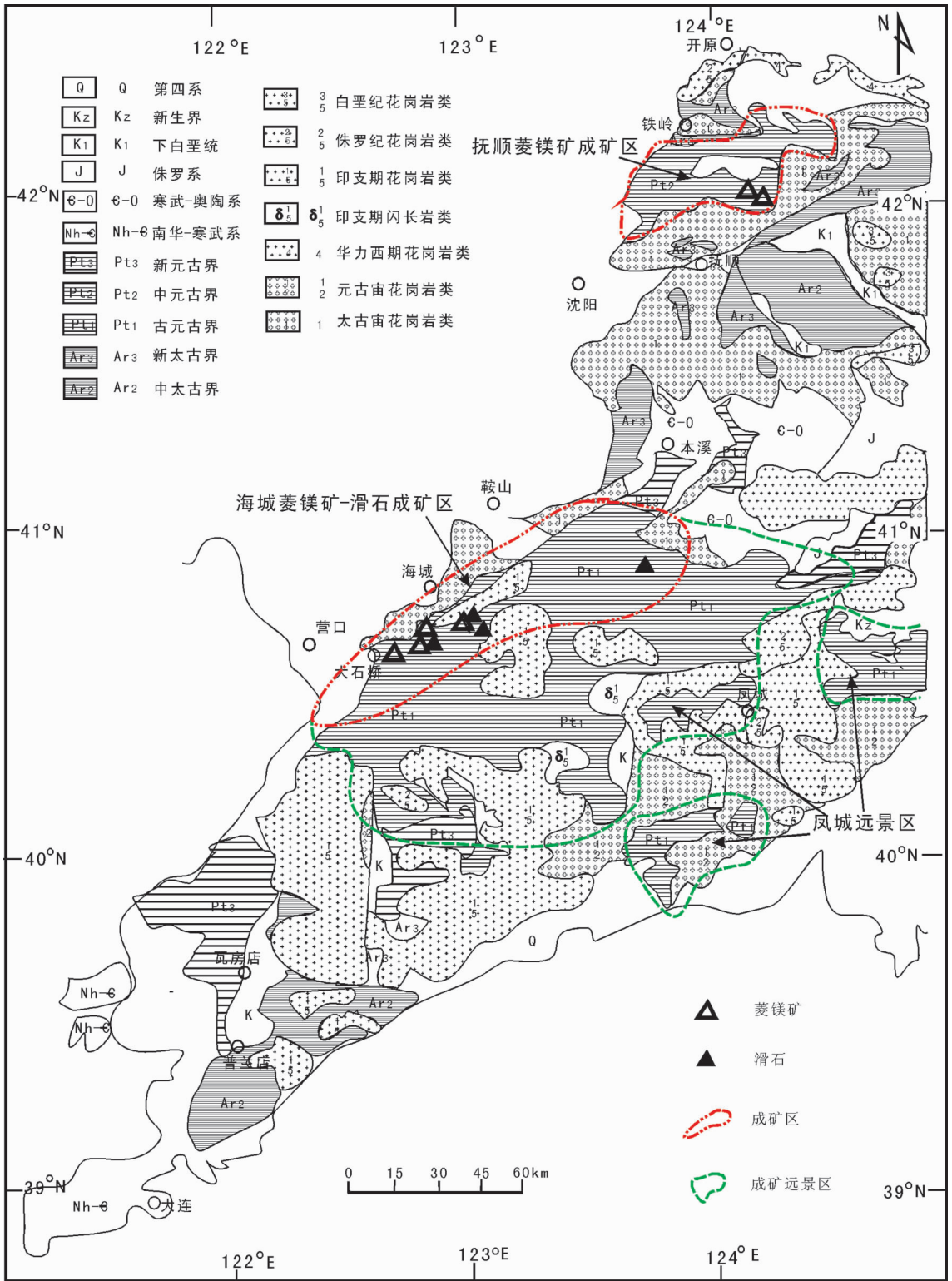


图2 辽东菱镁矿-滑石成矿亚省中的成矿单元略图

(地质资料据汪凤鸣等(2002)^[3],矿产资料据佟连芳等(2001)^[4]综合简化)

Fig.2 Sketch map of metallogenic units in the East Liaoning magnesite-talc subprovince (geological data after Wang Fengming et al., 2003^[3]; mineral resources data after Tong Lianfang et al., 2001^[4], simplified)

目前尚未见有菱镁矿和滑石报道,但海城成矿区东部的凤城地区古元古代地层存在区可以考虑是成矿远景区(图 2)。

3.1.2 燕—辽铁—金成矿省(后克拉通发展阶段的成矿省)

该成矿省是一个在前寒武纪铁、金矿初步发育基础上经中生代燕山期的构造—岩浆活动最终形成的成矿省。其中可以圈出阴山—燕山铁—金成矿带。该成矿带的主要控矿因素是:

- (1)大地构造背景为华北克拉通北缘隆起带及裂谷带。
- (2)含矿岩系主要为太古宙绿岩建造或结晶片岩。
- (3)在此基础上发育有华力西晚期特别是燕山期的花岗质岩浆活动及热液活动。
- (4)区内发育有对成矿有利的东西向断裂(内蒙、河北、北京境内)和北东向断裂(辽宁境内),二者交汇处构成含矿流体的通道和储矿空间。

(5)已有大量铁、金矿床分布。

(6)矿床成因是在太古宙含矿岩系中的沉积变质作用以及在此基础上叠加的中生代燕山期花岗质岩浆活动。

因此该成矿带是一个在太古宙成矿带基础上叠加中生代成矿作用形成的。

从上述认识出发,可以在该带内部或其延长方向上,还有具备上述条件但尚未发现铁矿或金矿或至少未发现大型铁、金矿的地区,划分出如下成矿潜力区及远景区:

1)狼山铁—金成矿潜力区:包括乌拉特中旗—乌拉特后旗地区。区内发育太古宙和元古宙地层以及元古宙和中生代花岗岩,是成矿有利条件;区内已有铁矿床和金矿床分布。但与阴山—燕山地区相比,这里太古宙地层裸露较少,而元古宙地层较多;燕山期花岗岩相对较少,而华力西期及印支期花岗岩较多。因此,有关的铁、金矿可能与阴山—燕山地区有

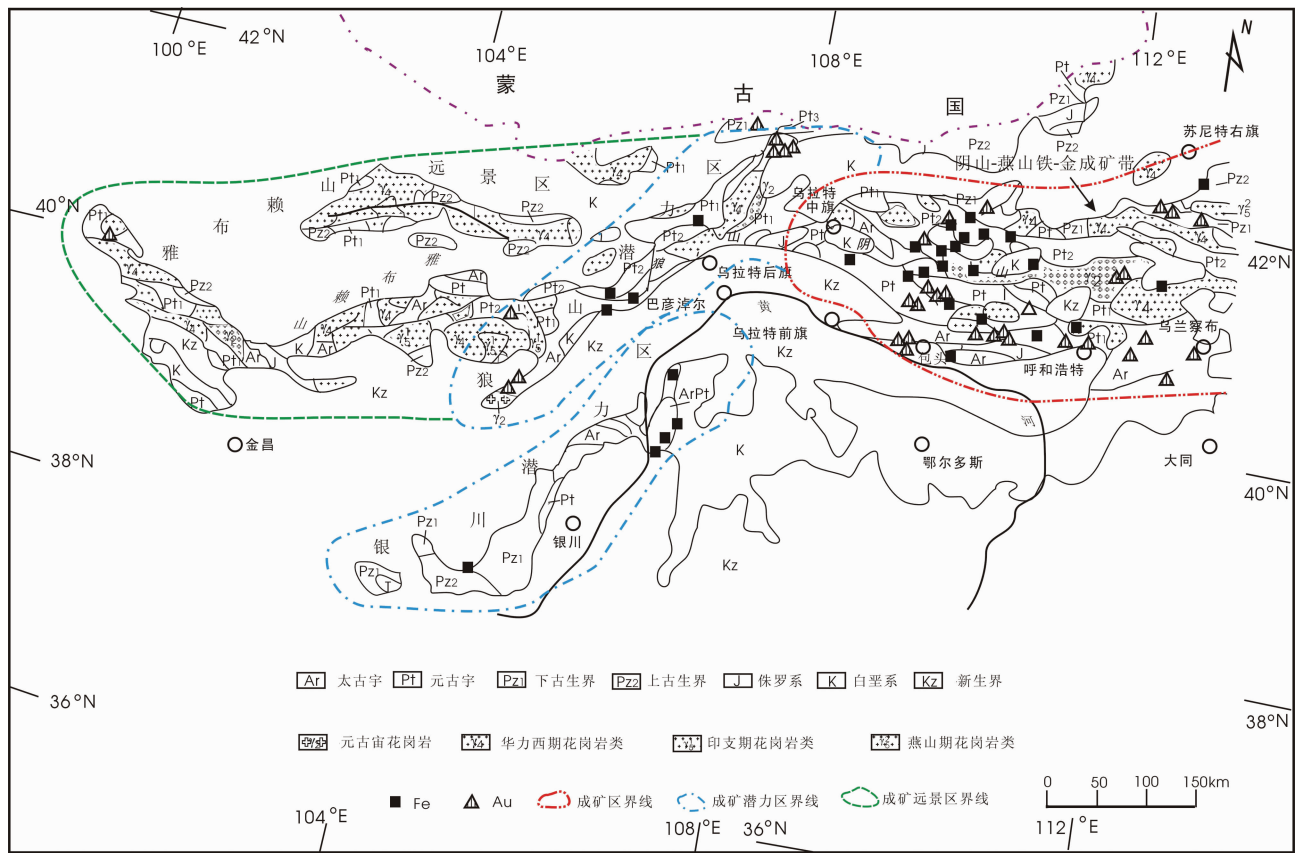


图 3 燕—辽铁—金成矿省西段的成矿单元略图 (地质矿产资料根据徐成海等(1996)^[5]和李瑞华等(2006)^[6]综合简化。)

Fig.3 Sketch map of metallogenic units in the western section of the Yan-Liao iron-gold province (geological and mineral resources data after Xu Chenghai et al., 1996^[5] and Li Ruihua et al., 2006^[6], simplified)

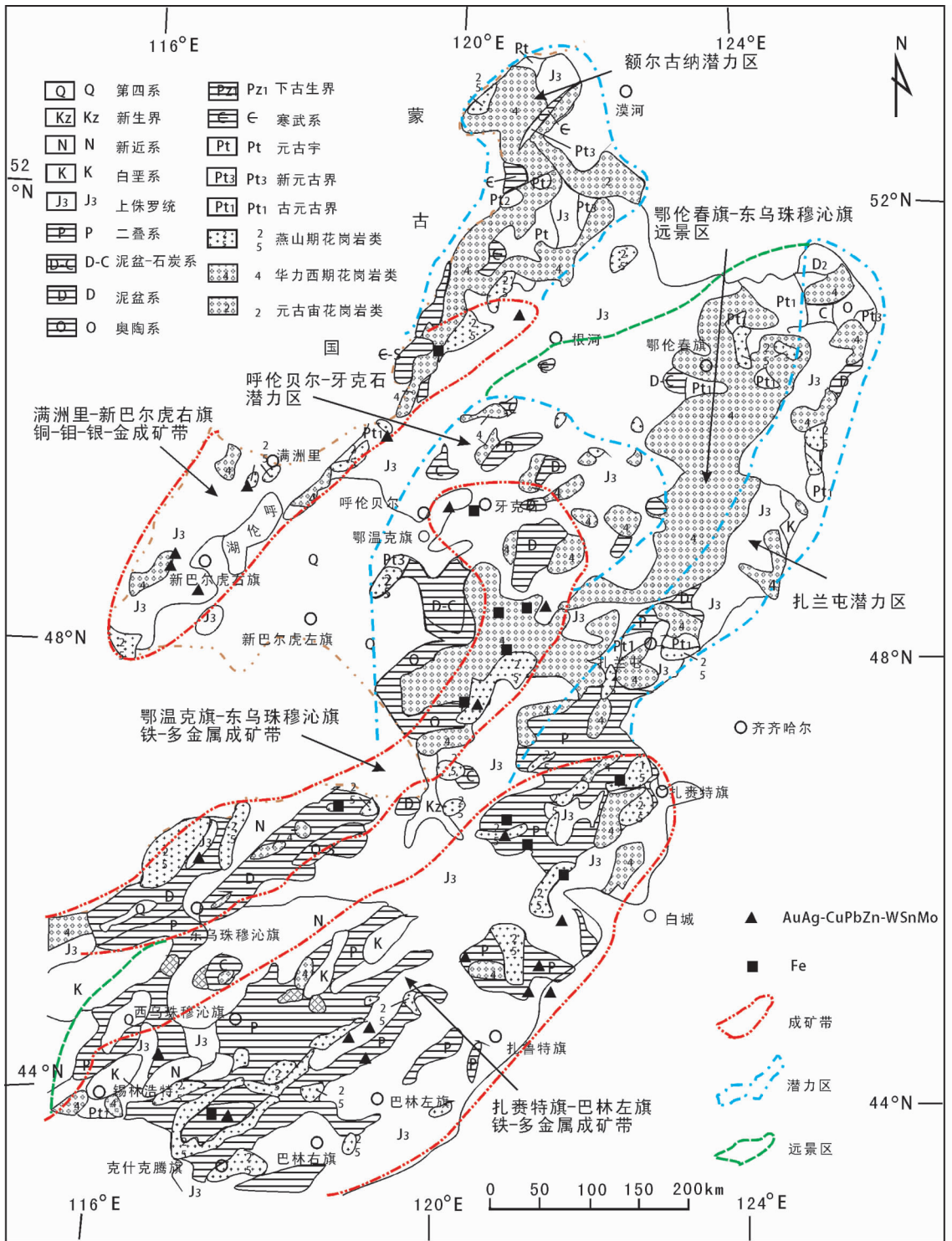


图 5 大兴安岭多金属-铁成矿省中的成矿单元略图
 (地质资料根据曹生儒等(2002)^[11],矿产资料根据徐成海等(1996)^[5]综合简化)

Fig.5 Sketch map of metallogenic units in the Da Hinggan Mountains polymetallic-iron province
 (geological data after Cao Shengru et al., 2002^[11]; mineral resources data after Xu Chenghai et al., 1996^[5], simplified)

所不同。但总体来说,这里应该是有潜力的地区。

2) 银川铁-金成矿潜力区:区内发育太古宙和元古宙地层,并有铁矿分布。

3) 雅布赖山成矿远景区:区内发育太古宙和元古宙地层;以华力西期花岗岩为主,并可见燕山期和元古宙花岗岩。个别地段有金矿化显示,应当是有远景的地区。

图 3 示燕—辽铁-金成矿省西段的成矿单元。

3.2 造山带地区

3.2.1 西秦岭铅-锌成矿省(造山带发展阶段的成矿省)

该成矿省主要形成于晚古生代,是造山带发展阶段形成的成矿省。在陕西凤县—太白地区和柞水—镇安—山阳地区,以及甘肃西和—成县地区,铅锌矿赋存于中-上泥盆统中,主要形成于泥盆纪,可能受海底火山作用的影响。由此可以根据中-上泥盆统地层发育状况及其中铅锌矿的分布情况划分出西和—凤县—镇安铅-锌成矿带。在有中-上泥盆统地层发育但尚未见到铅锌矿分布的地区应当是有潜力的,例如可以划出舟曲—略阳铅-锌成矿潜力区(图 4)。

该铅-锌成矿省被中生代的金成矿省叠加。此金成矿省广泛发育于陕—甘—川交界地区,是中国西部一个重要的成矿省,兹不赘述。

3.2.2 大兴安岭多金属-铁成矿省

大兴安岭造山带以华力西期造山带为主。但大兴安岭成矿省却是一个包括不同发展阶段和不同成矿时代的多金属-铁成矿省。带中发育铅、锌、银、铜、锡、金和铁等矿床,以热液型、斑岩型和接触交代型为主。矿床主要形成于中生代燕山期,次为晚古生代华力西期。由于受该区现有研究程度限制,在这里一并讨论。

谢尔塔拉铁锌矿产于上泥盆统—下石炭统变质中-基性潜火山岩中,是在造山带发展早期阶段形成的矿床。孟恩陶力盖大型银矿床产于华力西期花岗岩体中部,是在造山带发展晚期形成的。该带东南侧西拉木伦河一带有热液型铜钼矿床产于北西向断裂与东西向断裂交汇地带。敖包山铜铅锌矿和白音诺铅锌矿产于燕山期闪长岩与下二叠统大理岩之间的砂卡岩中,矿床在空间、时间和成因上与燕山期岩浆及热液活动有关,为后造山带发展阶段的产物。这些在造山带不同发展阶段形成的矿床,成矿地质条

件各异,由此划分的成矿单元也不尽相同,具有不同的普查找矿意义。只是为简化起见,在这里一并讨论,但在实际工作中若能加以区分,对普查找矿更加有利。

根据已有矿床产出情况,大兴安岭多金属-铁成矿省(图 5)可以划分出如下成矿单元:

(1) 扎赉特旗—巴林左旗铁-多金属成矿带;(2) 鄂温克旗—东乌珠穆沁旗铁-多金属成矿带。

其主要的控矿因素为:

① 泥盆—石炭纪地层,特别是这一时代的火山—沉积地层;② 燕山期和华力西期岩浆活动;③ 断裂构造,包括北西向、东西向构造和北东向断裂等;④ 有关的热液活动;⑤ 岩浆岩与围岩(特别是碳酸盐岩)的接触带。

据此,笔者将具有类似成矿条件的地区划出如下成矿潜力区或远景区:扎兰屯铁-多金属成矿潜力区、呼伦贝尔—牙克石多金属-铁成矿潜力区和鄂伦春旗—东乌珠穆沁旗多金属-铁成矿远景区。

根据已知控矿地质条件,在大兴安岭侏罗纪火山岩覆盖区内,在火山岩覆盖较薄或有古生代地层出露地区也可以试探是否有类似矿产存在的可能。

此外,大兴安岭造山带西侧的额尔古纳造山带主要形成于早寒武世的萨拉伊尔期。在该造山带内奥陶系及其以后的古生界不整合覆盖于前寒武纪及早寒武世地层之上。而区内的岩浆活动主要发育于晚古生代和中生代。成矿作用主要与燕山期和华力西期的岩浆活动有关。该带中位于新巴尔虎右旗的甲乌拉和查干布拉根银(金)矿与华力西期花岗岩有关;额仁陶勒盖银矿的成矿母岩为燕山期钾长花岗岩;满洲里乌奴克吐山斑岩铜钼矿产于燕山期花岗岩中。有关的成矿作用和成矿单元应当是在后造山带阶段形成的。可划分出满洲里—新巴尔虎右旗铜-钼-银-金成矿带。根据其成矿地质条件,推测该成矿带可能向东北方向延伸,经蒙古国后再次进入中国的额尔古纳河流域,可称为额尔古纳铜-钼-银-金-铁成矿潜力区。

上述只是对克拉通和造山带地区成矿单元进行了初步划分,而且只是小比例尺的。笔者所划的成矿潜力区和远景区,也只是根据有关成矿区内已知的成矿地质条件所作的预测,尚需在实践中检验。但不管怎样,这种划分已经预示了找矿方向和找矿范围。在实际工作中,更大比例尺的成矿单元划分并结合

实地调查显然是有必要的。笔者的目的只是想藉此引起大家对深入研究成矿规律的重视,以期能够对普查找矿工作有所裨益。

参考文献(References):

- [1] 张志敏. 山东省地质图[C]//马丽芳(主编).中国地质图集.北京:地质出版社,2002.
- Zhang Zhimin. Geological Map of Shandong Province [C]//Ma Lifang (ed.). Atlas of Geological Maps of China. Beijing: Geological Publishing House, 2002(in Chinese).
- [2] 韩俊卿, 王建华. 山东省非金属矿产图[C]//王永勤(主编). 中国固体燃料、非金属矿产图集. 北京:地质出版社,2001.
- Han Junqing, Wang Jianhua. Nonmetal resources map of Shandong Province [C]//Wang Yongqin (ed.). Atlas of Solid Fuel and Nonmetal Resources of China. Beijing: Geological Publishing House, 2001(in Chinese).
- [3] 汪凤鸣, 吕德言, 王丽艳, 等. 辽宁省地质图[C]//马丽芳(主编). 中国地质图集. 北京:地质出版社,2002.
- Wang Fengming, Lu Deyan, Wang Liyan, et al. Geological map of Liaoning Province[C]//Ma Lifang (ed.). Atlas of Geological Maps of China. Beijing: Geological Publishing House, 2002(in Chinese).
- [4] 佟连芳, 吕德言, 齐朝顺, 等. 辽宁省非金属矿产图 [C]//王永勤(主编). 中国固体燃料、非金属矿产图集. 北京:地质出版社,2001.
- Tong Lianfang, Lv Deyan, Qi Chaoshun, et al. Nonmetal resources map of Liaoning Province[C]//Wang Yongqin (ed.). Atlas of Solid Fuel and Nonmetal Resources of China. Beijing: Geological Publishing House, 2001(in Chinese).
- [5] 徐成海, 李瑞华, 荣国海, 等. 内蒙古自治区黑色、有色金属矿产图[C]//刘兰笙(主编).中国黑色有色金属矿产图集. 北京:地质出版社,1996.
- Xu Chenghai, Li Ruihua, Rong Guohai, et al. Ferrous and nonferrous metal resources map of Inner Mongolia Autonomous Region [C]// Liu Lansheng (ed.). Atlas of Ferrous and Nonferrous Metals Resources of China. Beijing: Geological Publishing House, 1996 (in Chinese).
- [6] 李瑞华, 徐成海, 李玉兰, 等. 内蒙古自治区贵金属、稀有、稀土金属矿产图[C]//刘梦庚(主编). 中国贵金属稀有稀土金属矿产图集. 北京:地质出版社,2006.
- Li Ruihua, Xu Chenghai, Li Yulan, et al. Noble, Rare and rare-earth metal resources map of Inner Mongolia Autonomous Region [C]//Liu Menggeng (ed.). Atlas of Noble Rare and Rare-earth Metal Resources of China. Beijing: Geological Publishing House, 2006(in Chinese).
- [7] 陈书铭, 赵峰, 常桂琴, 等. 陕西省地质图[C]//马丽芳(主编). 中国地质图集. 北京:地质出版社,2002.
- Chen Shuming, Zhao Feng, Chang Guiqin, et al. Geological map of Shaanxi Province[C]//Ma Lifang (ed.). Atlas of Geological Maps of China. Beijing: Geological Publishing House, 2002(in Chinese).
- [8] 赵如石, 赵宗宣, 范文光, 等. 甘肃省地质图[C]//马丽芳(主编). 中国地质图集. 北京:地质出版社,2002.
- Zhao Rushi, Zhao Zongxuan, Fan Wenguang, et al. Geological map of Gansu Province [C]//Ma Lifang (ed.). Atlas of Geological Maps of China. Beijing: Geological Publishing House, 2002 (in Chinese).
- [9] 符征信, 栾航. 陕西省黑色有色金属矿产图[C]//刘兰笙(主编). 中国黑色有色金属矿产图集. 北京:地质出版社,1996.
- Fu Zhengxin, Luan Hang. Ferrous and nonferrous metal resources map of Shaanxi Province[C]// Liu Lansheng (ed.). Atlas of Ferrous and Nonferrous Metals Resources of China. Beijing: Geological Publishing House, 1996 (in Chinese).
- [10] 马海山, 潘孝良, 江明富, 等. 甘肃省黑色、有色金属矿产图[C]//刘兰笙(主编).中国黑色有色金属矿产图集. 北京:地质出版社,1996.
- Ma Haishan, Pan Xiaoliang, Jiang Mingfu, et al. Ferrous and nonferrous metal resources map of Gansu Province [C]// Liu Lansheng (ed.). Atlas of Ferrous and Nonferrous Metals Resources of China. Beijing: Geological Publishing House, 1996 (in Chinese).
- [11] 曹生儒, 郭喜珠, 吴之理, 等. 内蒙古自治区地质图 [C]//马丽芳(主编).中国地质图集. 北京:地质出版社,2002.
- Cao Shengru, Guo Xizhu, Wu Zhili, et al. Geological map of Inner Mongolia Autonomous Region[C]//Ma Lifang (ed.). Atlas of Geological Maps of China. Beijing: Geological Publishing House, 2002(in Chinese).
- [12] 马丽芳(主编). 中国地质图集[C]. 北京:地质出版社,2002.
- Ma Lifang (ed.). Atlas of Geological Maps of China [C]. Beijing: Geological Publishing House, 2002(in Chinese).
- [13] 刘兰笙(主编).中国黑色有色金属矿产图集[C]. 北京:地质出版社,1996.
- Liu Lansheng (ed.). Atlas of Ferrous and Nonferrous Metals Resources of China [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1996 (in Chinese).
- [14] 王永勤(主编). 中国固体燃料、非金属矿产图集[C]. 北京:地质出版社,2001.
- Wang Yongqin (ed.). Atlas of Solid Fuel and Nonmetal Resources of China[C]. Beijing: Geological Publishing House, 2001(in Chinese).
- [15] 刘梦庚(主编). 中国贵金属稀有稀土金属矿产图集 [C]. 北京:地质出版社,2006.
- Liu Menggeng (ed.). Atlas of Noble Rare and Rare-earth Metal Resources of China [C]. Beijing: Geological Publishing House, 2006(in Chinese).
- [16] Petrov, O, Morozov A, Kiselev E (Russia), et al (eds.). Metallogenic Map (Scale 1:2 500 000), Atlas of Geological Maps of Central Asia and Adjacent Areas. Published by VSEGEI Cartographic Factory, 2008.

A tentative discussion on the principle and method for division of metallogenic units

CHEN Ting-yu, GENG Shu-fang, CHEN Bing-wei

(*Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*)

Abstract: It is emphasized in this paper that, so far as the principle and method for compilation of metallogenic map are concerned, mineralization itself should be more preferentially taken into consideration, though tectonic setting is the basis. Mineralization itself is the first important factor in delineation of a metallogenic unit and its boundary. The authors still use the term metallogenic province here. Nonetheless, different from previous usage, the term metallogenic province here has not only space attribute, but, what is more important, time attribute. The metallogenic province used here means an area where mineral deposits are distributed and formed due to the same or related mineralization in the same or nearly the same epoch and geological settings on a certain tectonic basis. Metallogenic regions (zones), metallogenic potential and prospective regions are thus delineated. A metallogenic region (zone) is an area delineated on the basis of distribution of mineral deposits and favorable geological settings. A metallogenic potential region is delineated on the basis of favorable geological settings with or without known occurrences of mineralization therein. A prospective region is predicted or speculated in consideration of favorable geological settings for mineralization concerned.

Following this consideration, the authors suggest a principal framework and steps to divide metallogenic units on the tectonic basis. Metallogenic units in cratonic areas are divided into metallogenic provinces of basement stage, cover stage and post-cratonic stage. Metallogenic units in orogenic areas are divided into metallogenic provinces of early stage, late stage and post-orogenic stage. Metallogenic units of mineralizations related to mafic and ultramafic rocks are delineated according to the fractures, rifts or ophiolite zones concerned. Boundaries of metallogenic units developed in late stages of craton or orogen, especially in post-cratonic or post-orogenic stages, may be discordant with or even traverse tectonic boundaries.

The authors have primarily delineated some metallogenic units in consideration of the circumstance of China, for example, the Jiao (Shandong)-Liao (Liaoning) magnesite talc-graphite metallogenic province in the eastern end of the North China Craton, the Yan (Hebei)-Liao (Liaoning) iron-gold metallogenic province in the northern margin of the North China Craton, the West Qinling lead-zinc metallogenic province in the West Qinling Variscan Orogen and the Da Hinggan Ling polymetal-iron metallogenic province in the Da Hinggan Ling Variscan Orogen as well as metallogenic potential and prospective regions therein. This division, in fact, has implied and predicted prospecting areas.

Key words: metallogenic unit; division; principle; method; cratonic area; orogenic area

About the first author: CHEN Ting-yu, male, born in 1940, mainly engages in the study of ore deposits, granite petrology and Antarctic geology; E-mail: chenty@cags.ac.cn.