

文章编号:0258-7106(2002)02-0106-07

# 成矿系统与矿化网络研究\*

翟裕生 王建平 邓军 彭润民

(中国地质大学,北京 100083)

**摘要** 成矿系统研究体现了系统观和历史观的结合,是现代矿床学的一个发展趋势。本文简要总结了成矿系统及演化论的几个要点,即①按构造动力体制划分成矿系统大类;②多因耦合、临界转换的成矿作用机理;③矿床系列和异常系列构成的矿化网络;④矿床形成-变化-保存的演变过程。在此基础上,作者提出矿化网络是在一个成矿系统中形成的诸类矿床和相关异常的时空分布和结构,它是成矿系统的具体内容的表达。对成矿系统的深入研究应从矿化网络入手,着重在以下几个方面:①各类矿床的发育程度;②各类矿床的空间关系;③各类矿床的时间关系;④各类矿床的成因联系;⑤各类矿床被改造的情况。这些都是矿床学和找矿预测研究的基础内容。

**关键词** 成矿系统 矿化网络 矿产预测

**中图分类号**: P61

**文献标识码**: A

成矿系统研究是当前矿床学的一个重要内容,对深入研究成矿理论和进行矿产资源勘查均有实际意义。我国多位学者就成矿系统开展了研究工作,取得了大量研究成果(关广岳,1994;於崇文,1994;於崇文等,1998a;李人澍,1996;李人澍等,1999;翟裕生,1998;侯增谦等,1998;韩发等,1999;汤中立等,1999)。所谓成矿系统是指在一定的地质时空域中,控制矿床形成、变化和保存的全部地质要素和成矿作用动力过程,以及所产生的矿床系列、异常系列构成的整体,它是具有成矿功能的一个自然系统(翟裕生,1999)。这里所指的异常系列或称矿化异常系列,是指在成矿地质作用过程中伴随矿床系列产生的各类异常(地质的、地球化学的、地球物理的等)的组合,也称综合地质异常。成矿系统的定义中包括了成矿背景和环境、成矿要素、成矿作用过程、成矿产物及其保存等4方面内容(图1),它概括了矿床学研究的基本方面,着眼于从系统性和整体性来研究成矿的规律性。成矿系统论是在矿床研究和矿产勘查实践中逐步形成的,是试图运用系统论和历史观研究成矿学的一种尝试。

## 1 成矿系统研究的要点

根据笔者的研究和理解,成矿系统及演化论包括4个要点:①按构造动力体制划分成矿系统大类;②多因耦合、临界转换的成矿作用机理;③矿床系列和异常系列构成的矿化网络;④矿床形成-变化-保存的演变过程。

### 1.1 按构造动力体制划分成矿系统大类

矿床是区域地质演化的产物,控制成矿的基本要素有矿源、流体、能量等(图1),其中构造运动是成矿动力之一,在矿床的形成、演变和保存过程中,构造是至关重要的因素。研究表明,不同的构造动力体制引发不同的构造-成岩-成矿系统或构造-流体成矿系统(翟裕生,1999)。在地槽区和地台区可以形成不同的成矿系统,例如,岩浆型铜-镍矿床主要产在地台区,而火山块状硫化物矿床主要产在地槽区。不同的板块边缘(汇聚、伸展、走滑)也产生不同的成矿系统,例如,汇聚型板块边缘主要产出斑岩型、黑矿型等矿床,而离散型板块边缘主要产出热水

\* 本文得到国土资源部地质调查项目(编号:K1.4-1-5)和国家地质调查局项目(编号:200110200069)的联合资助

第一作者简介 翟裕生,男,1930年生,教授,博士生导师,中国科学院院士,主要从事矿床学、矿田构造和区域成矿学的教学和研究工作。

收稿日期 2002-03-09;改回日期 2002-04-08。张绮玲编辑。

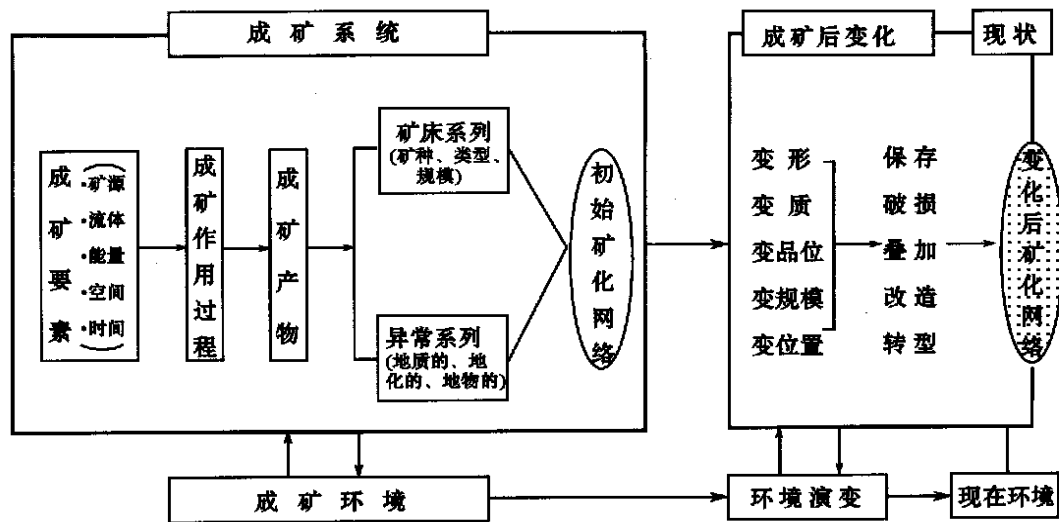


图 1 成矿系统及矿化网络的形成与演化

Fig. 1 Formation and evolution of metallogenic system and mineralization network

喷流沉积矿床、火山-沉积矿床等。因此,可以以成矿的构造动力体制作为划分成矿系统大类的主要依据。可初步分为:①伸展构造成矿系统;②挤压构造成矿系统;③走滑(剪切)构造成矿系统;④隆升构造成矿系统;⑤沉降构造成矿系统;⑥大型陨石撞击构造成矿系统等几大类(翟裕生,1999)。每一成矿系统大类间还有过渡、复合等型式。

成矿系统大类之下再按矿床成因,即按成矿机制划分为不同的子成矿系统,如岩浆成矿系统、热液成矿系统、沉积成矿系统、生物成矿系统和改造成矿系统等。

### 1.2 多因耦合、临界转换的成矿作用机理

成矿作用是一类特殊的地质事件,多因耦合与临界转换是成矿作用发生的普遍机制。

多因是指成矿作用涉及地质的、化学的、物理的、生物的诸多因素。地质因素中包括构造、岩石、地层等因素;物理、化学因素中包括温度、压力、物质组分及行为等因素。而成矿作用过程又与源、流、运、储及相关制约因素密切联系。

耦合指上述各因素间的相互作用和彼此影响,多种有利控矿因素在一定时空域中耦合是成矿作用发生的重要条件。

临界是指不同状态的转换点(边缘成矿、界面成矿等)。各种控矿因素在特定条件下呈现出临界状态,造成各种界面和边缘,常是成矿作用发生的有利地段和有利时段。

转换是指控矿因素和成矿参数的转变(转折),包括突变、渐变。不同环境、不同尺度、不同形式的成矿参数的临界转换,是很多矿床形成的基本条件。

以上几点是常见的成矿作用机制,详见有关文献(孙启祯,1994;2001;李兆鼎,1997;涂光炽,1995;1998;2000;翟裕生等,1997;2001;邓军等,1998;2001;於崇文,1998b;1999;2000;2001)。现以华北克拉通北部 SEDEX 型铅、锌、铜、硫矿床为例,说明多因耦合程度不同导致的成矿差异(表 1)。这些矿床都产在元古代的陆缘或陆内裂谷(或裂陷槽)环境,都是由热水沉积作用形成,其矿质既有幔源也有壳源。在具备较充分矿质的基础上,由于具体的控矿因素不同,导致其矿床规模有明显差异。需要说明的是,表 1 中的对比是经验性的、定性的,有待向定量方向发展,但它说明了多个成矿条件同时出现在成矿的局部地段,达到成矿要素的充分耦合是形成大型-超大型矿床的一个重要条件。

### 1.3 矿床系列、异常系列构成的矿化网络

矿床系列是指由统一的成矿作用生成的诸矿种、诸矿床类型的共生组合,或称矿床组合。与该矿床系列伴随的各种矿化异常(比如地质的、地球化学的、地球物理的、遥感的、生物学的等)作为一个整体,称为异常系列或综合异常。

矿床系列和异常系列都是成矿系统的产物,它们相互依存,共同构成矿化网络(图 2)。矿化网络表现了在一定的地质背景、环境中由成矿系统形成的

表 1 华北克拉通北缘 SEDEX 矿床成矿要素

Table 1 Ore controls of SEDEX type ore deposits along the northern margin of the North China Craton

成矿要素和矿床特征	霍各乞	炭窑口	东升庙	甲生盘	三片沟	高板河
陆缘裂谷	○	○	○	○	○	○
次级断陷盆地	○	○	○	○	○	○
半封闭海湾	△	○	○	○	○	○
生物有机质发育	△	○	○	○	○	○
强还原环境	△	○	○	○	○	○
富炭-硅-泥-碳酸盐岩相	○	○	○	○	○	○
同生断层发育	○	?	○	△	?	○
区域断裂交汇	○	?	○	×	×	×
同期火山活动	○	△	△	?	?	?
热水沉积作用	○	○	○	○	○	○
保存条件好	○	△	○	○	○	○
矿种	Cu、Pb、Zn	Zn、Cu、Pb、S	Zn、Pb、Cu、S	Zn、Pb、S	Zn、S	Zn、Pb、S
矿床规模	超大	大	超大	大	小	大-中
硫铁矿	无	超大	超大	大	大	大

注：○满足；△部分满足；×不满足；？不清楚

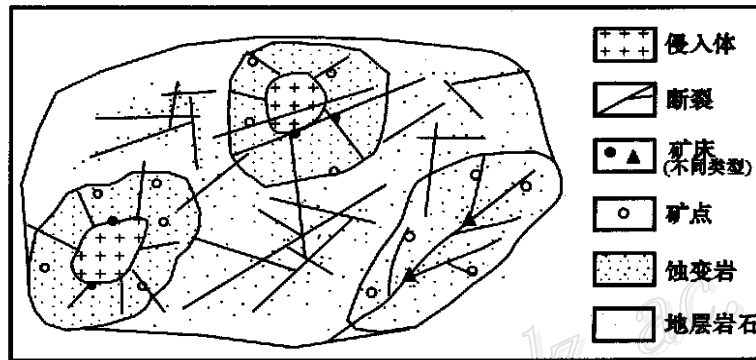


图 2 矿化网络结构简图(平面图,以热液矿床为例)

Fig. 2 Structure of mineralization network(plane, exemplified by hydrothermal ore deposit)

各矿床类型和有关异常的时空结构。它是一个四维的(空间+时间)成矿地质体,既包含已知(已经发现)的矿床和确实存在但尚未被发现的矿床,也包括已知的矿产资源和未知的潜在资源。这一认识反映了成矿系统和矿化网络的开放性和动态性,有重要的理论和实际意义。

#### 1.4 矿床形成-变化-保存的全过程

矿床是地质历史的产物,它们在地质历史中产生,又在地史中消亡。一部分有幸保存下来的矿床也经过了变化。因此,矿床学的基本内容是研究矿床的“来龙去脉”,即研究矿床形成、变化、破坏或保存的全过程(翟裕生,2000)。这是现代矿床学研究和矿产勘查开发所必需掌握的基础知识。

矿床的类型不同,它们产出的地质-地理位置不

同,因而它们经历的变化、改造的过程也有差异。因此,要具体地研究下列内容:①不同类型矿床的变化与保存;②不同地貌、气候条件下矿床的变化与保存;③不同埋藏深度下矿床的变化与保存;④不同地质年龄矿床的变化与保存;⑤矿床变化与异常变化的同步性和因果性;⑥矿床变化、改造的作用过程模型。

## 2 矿化网络的研究要点

由成矿系统到矿化网络,这是成矿系统研究深入的表现,也是成矿系统应用于找矿预测的一个桥梁。成矿系统理论研究阐明矿床形成的环境、要素、机理、过程、产物及后来的变化,而矿化网络则是在

一个成矿系统中形成的矿床和相关异常及其所在环境组成的实体,一般相当于矿集区或矿田的范围。矿化网络是物化了的成矿系统,是可以看得见、摸得着的具体事物,例如,宁芜火山-次火山岩盆地中,在著名的玢岩铁矿系列形成过程中,以含矿辉石闪长玢岩体为核心,发育强烈而广泛的围岩蚀变如钠长石化、阳起石化、硅化、泥化、黄铁矿化等,以及相应的各类地质异常,构成一个长约 50 km、宽达 12 km 的区域矿化网络(翟裕生等,1992)。

矿化网络研究的主要内容包括:①各类矿床的发育程度;②各类矿床的空间关系;③各类矿床的时间关系;④各类矿床的成因联系;⑤各类矿床被改造情况。这些内容在矿床研究和找矿预测工作中经常遇到,研究它们是十分必要的。下面分别讨论有关内容。

### 2.1 成矿系统中各类矿床的发育程度

由于成矿控制因素的多样性,一个成矿系统中可生成几种类型的矿床,但是它们的规模并不一样。有的类型成大矿,有的成小矿,有的则只不过是矿化点。另外,它们的产出数量也不相同,有的矿床类型数量较多,有的类型数量较少。因此,有的矿床类型有重要的经济价值,有的则相对次要。如在铜陵矿集区内发育层控夕卡岩型、夕卡岩型、沉积-改造型以及热液脉型等矿床(翟裕生等,1996),其中以夕卡岩型、层控夕卡岩型成矿条件最好,因而该类型铜(金)矿床的储量最丰富,另外两种类型矿床的发育程度则明显较差(表 2)。在区域找矿评价工作中,认真研究各类矿床在矿化网络中的地位,有利于明确找矿的主要和次要对象。

表 2 安徽铜陵矿集区各矿床类型的发育程度  
Table 2 Occurrence of different types of ore deposits in the Tongling ore cluster, Anhui Province

	层控夕卡岩型	夕卡岩型	沉积-改造型	热液脉型(含角砾岩型)
矿床实例	冬瓜山型	药园山	新桥	东狮子山
铜储量(万吨)	141	92	55	11
所占百分比	47	31	18	4

### 2.2 成矿系统中各类矿床的空间关系

一个成矿系列中的各矿床形成时,存在着一定的空间关系,它们或沿某一岩层分布,或围绕某一侵入岩体分布,或沿某一断层带作有序排列。有的矿

床在上部,有的在下部;有的在某一地质体内部,有的在在其外围。这种多个矿化体(矿床、矿田、矿集区等)在空间的有序分布,一般称为分带性。

矿床的分带性是矿床间关系的一种重要形式,这在传统矿床学中有详细的论述。成矿分带性有不同的尺度。从宏观上分析,区域中的成矿分带性更多地受到矿质来源的控制,与区域地球化学特点有密切关系。而矿床中矿体的分带则更多地受到矿石成分、构造和岩石等因素的控制。

矿床的分带性有时也受成矿作用发生先后的影响,可以德兴铜厂为例,加以具体分析,可以得到较好的结果。

### 2.3 成矿系统中各类矿床的时间关系

成矿作用一般延续较长的地质时间,人们常根据在整个成矿作用过程中某个(些)控矿因素的突然(显著)变化,而将它划分为若干个成矿阶段,如在热液成矿系统中常可以分成高温、中温、低温成矿阶段。不同的阶段常形成不同的矿床类型。这样,各矿床之间就有一个时间先后问题。先形成的矿床(体)一般地说占有较多的自由空间,而后来的矿床(体)则往往就位于矿化中心的外围或是偏上偏浅部。例如,经过多个千米以上的钻探查明,在赣东北的德兴-银山矿田内,围绕着一个火山-侵入岩体,较早就位的斑岩型铜矿体就位于中酸性岩体的中心偏上部 and 岩体边缘,稍后形成的热液脉型 Pb-Zn-Ag 矿床则产在铜矿的偏上偏外部的上覆火山岩层中(黄世全,1992)。

成矿系统中各类矿床间的先后关系和所在空间位置,除了应该从不同类型矿床产出特征的角度分析研究外,还应进一步从成矿动力学过程去探索,这包括自组织、临界性等概念(于崇文,2000),在此不再赘述。

### 2.4 成矿系统中各类矿床的成因联系

在一个成矿系统中,各类矿床间的各方面关系以成因关系最为本质。一般认为,在同一成矿过程中形成的、具有全部或部分相同的物质来源的各矿床之间就是一种成因联系。各矿床的物质来源可以不同,具体控矿因素不同,但是它们都是在一个统一的成矿作用中产出的,而且在空间上彼此靠近,是一种亲缘关系。例如,在大庙钽-钛磁铁矿成矿系列中,由初始的斜长岩-苏长岩浆的分异作用而生成的贯入型、浸染型等矿床类型,它们之间就是一种成因联系。

一个成矿系统中各矿床间的成因差别取决于多个因素(岩相、构造、温度、压力等)。例如,在统一的成矿作用下,可因构造因素的差别而生成不同类型的矿床,如产于断层中的矿体为脉状矿体,而产于角砾岩中的矿体则为角砾岩型矿床。再以赋矿岩石的差异为例,产于侵入体与碳酸盐岩接触带的矿床多为夕卡岩型,而产于侵入体围岩砂页岩中的矿床则是脉型或网脉型,例如湖南瑶岗仙钨矿床的石英脉型黑钨矿主要产于花岗岩体与砂页岩接触带,而夕卡岩型白钨矿则主要产在碎屑岩和碳酸盐岩中(中国矿床编委会,1994)。

## 2.5 成矿系统中各类矿床的改造情况

一个成矿系统的矿化网络中各个矿床的被改造情况是不同的。有的矿床由于物化性质稳定或由于所在位置隐蔽而易于保存;而另外一些矿床或由于物化性质不稳定,或由于所在位置暴露而遭到破坏,不易保存。例如,位于宁芜盆地北端的梅山铁矿产在次火山岩体与火山岩接触带上,处在盆地的相对低凹部位,而以隐伏矿形式被完整保存下来;而位于盆地中部次火山岩体顶部的凹山铁矿则因遭受剥蚀而矿体裸露地表,一部分矿石已被剥蚀。处在地壳内的矿床,改造它们的因素主要是构造、岩浆、热液等,一般是化学性质活泼的矿床最易被改变,如蒸发盐类矿床和铀矿床等易被破坏。当矿床处在地表或接近地表时,则矿床的分带性即矿床在三维空间中的有序排列,成为矿床是否容易被改变的重要因素。这是因为,风化剥蚀作用使暴露于地表的矿床最先受到破坏,如广义斑岩成矿系统中,斑岩型矿床偏下部,而中低温热液矿脉偏上部,更上部是含As、Ag等的泉华。这个矿化网络经过相当的剥蚀(一般1~3 km),才能使斑岩铜矿接近地表。

因此,在矿床预测工作中,既要研究矿床的形成条件,又要研究其破坏、保存条件,这有利于提高找矿的成效。

## 3 几点认识

以上简要地讨论了成矿系统和矿化网络中各类矿床的多种关系,这些关系集中地反映在矿田和矿集区中。认真研究和掌握各类矿床间的错综复杂关系,对于认识矿床的分布规律和产出位置、合理进行矿床预测及勘查有重要的意义。对此笔者有以下认识:

(1) 成矿系统及其演化的研究,体现了系统观和历史观的研究思路在矿床学中的进一步应用,是现代矿床学的一个发展趋势。

(2) 成矿系统研究是区域成矿学的一个核心内容,有助于对区域矿床时-空分布规律建立整体概念,把握全局,从而提高找矿预测的成效。

(3) 成矿系统的具体表现形式是矿化网络,它是由矿床、矿化异常及有关岩石、构造等构成的综合地质体,深入研究其物质-时间-空间结构特征是成矿学研究的一项基础内容。

(4) 成矿系统形成后矿床的变化与保存集中体现在矿化网络的改造与保存程度,它在很大程度上决定了现存矿床的分布规律,在矿产预测和资源评价工作中应加以重视。

## References

- Deng J, Lu G X, Yang L Q, et al. 1998. The transformation of tectonic stress field and interfacial metallogenesis[J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 19(3): 244 ~ 250 (in Chinese with English abstract).
- Deng J, Sun Z S, Wang J P, et al. 2001. Dynamic system transformation and gold ore-forming processes[J]. *Ore Deposits*, 20(1): 71 ~ 77 (in Chinese with English abstract).
- Editorial committee of ore deposits of China. 1994. *Ore deposits of China (middle volume)*[M]. Beijing: Geological Publishing House. 33 ~ 40 (in Chinese).
- Guan G Y. 1994. Steady and unsteady in dynamic systems of mineralization[J]. *Journal of Northeastern University*: 15(1): 20 ~ 23 (in Chinese with English abstract).
- Han F and Sun H T. 1999. Metallogenic system of SEDEX type deposits: A review[J]. *Earth Science Frontiers*, 6(1): 139 ~ 153 (in Chinese with English abstract).
- Hou Z Q and Li H Y. 1998. A tentative discussion on the mantle plume tectonics and metallogenic system as exemplified by the Sanjiang Tethyan metallogenic domain[J]. *Mineral Deposits*, 17(2): 97 ~ 113 (in Chinese with English abstract).
- Huang S Q. 1992. Metallogenic model of volcanic-porphyry copper-multi-metal ore deposits[A]. In: Chinese society of geology eds. *Symposium of academic interchange congress on major geological achievements during "the seventh five-year-project"*[C]. Beijing: Science and Technology Press. 484 ~ 489 (in Chinese).
- Li R S. 1996. *Theory and practice of metallogenic system analysis*[M]. Beijing: Geological Publishing House. 19 ~ 20 (in Chinese).
- Li R S and Zhu H P. 1999. System structure and ore-concentrating function of metallogenic system[J]. *Earth Science Frontiers*, 6(1): 103 ~ 113 (in Chinese with English abstract).
- Li Z N. 1997. Formation of the gold ore deposits within volcanic provinces in China: internal and external multi-factor coupling and

- four-dimensional local concentration[J]. *Earth Science*, 22(3): 268 ~ 274 (in Chinese with English abstract).
- Sun Q Z. 1994. Marginal mineralization and mineralization marginal effects[J]. *Earth Science Frontiers*, 1(4): 176 ~ 183 (in Chinese with English abstract).
- Sun Q Z. 2001. Theory of marginal mineralization[M]. Beijing: Geological Publishing House. 1 ~ 158 (in Chinese).
- Tang Z L and Bai Y L. 1999. Geotectonic framework and metallogenic system in the southwest margin of North China Paleocent[ J ]. *Earth Science Frontiers*, 6(2): 271 ~ 283 (in Chinese with English abstract).
- Tu G Z, Zhao Z H, Liu B G, et al. 1995. A giant monster—basic study on how to find superlarge ore deposits[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Publishing House. 1 ~ 116 (in Chinese).
- Tu G Z. 1998. A tentative discussion on some characteristics of material composition, geological setting and forming mechanism of abnormal superlarge ore deposits—primary discussion on abnormal superlarge ore deposits[J]. *Science in China(Series D)*, 28(Supp.): 1 ~ 6 (in Chinese with English abstract).
- Tu G Z, eds. 2000. Superlarge ore deposits of China ( I ) [ M ]. Beijing: Science Press. 1 ~ 584 (in Chinese).
- Yu C W. 1994. Dynamics of ore-forming processes—systematics and methodology[J]. *Earth Science Frontiers*, 1(3): 54 ~ 82 (in Chinese with English abstract).
- Yu C W, Cen K, Bao Z Y, et al. 1998a. Dynamics of ore-forming processes[M]. Beijing: Geological Publishing House. 1 ~ 23 (in Chinese).
- Yu C W. 1998b. Complexity and self-organized criticality of solid earth system[J]. *Geological Journal of China Universities*, 4(4): 361 ~ 368 (in Chinese with English abstract).
- Yu C W. 1999. Large ore deposits and metallogenic districts at the edge of chaos[J]. *Earth Science Frontiers*, 6(1): 85 ~ 105 (in Chinese with English abstract).
- Yu C W. 2000. Dynamics of self-organized critical processes of geological processes—fractal growth of geosystems at the edge of chaos[J]. *Earth Science Frontiers*, 7(1): 13 ~ 42 (in Chinese with English abstract).
- Yu C W. 2001. Fractal growth of ore-forming dynamical systems at the edge of chaos: new metallogeny and methodology[J]. *Earth Science Frontiers*, 8(3): 9 ~ 28 (in Chinese with English abstract).
- Zhai Y S, Yao S Z, Lin X D, et al. 1992. Iron and copper (gold) ore belt in the Middle and Lower Reaches of the Yangtse Rive[M]. Beijing: Geological Publishing House. 159 ~ 165 (in Chinese).
- Zhai Y S, Yao S Z, Cui B, et al. 1996. Research on metallogenic series [ M ]. Wuhan: China University of Geosciences Press. 192 (in Chinese).
- Zhai Y S, Zhang H, Song H L, et al. 1997. Macroscopic structures and superlarge ore deposits[M]. Beijing: Geological Publishing House. 1 ~ 180 (in Chinese with English abstract).
- Zhai Y S. 1998. Tectonic evolution and metallogenic systems in paleo-continental margins[A]. In: *Geology department of Peking University, eds. A symposium on international geosciences at Peking University*[ C ]. Beijing: Seismological Publishing House. 769 ~ 778 (in Chinese).
- Zhai Y S. 1999. On metallogenic system[J]. *Earth Science Frontiers*, 6(1): 13 ~ 28 (in Chinese with English abstract).
- Zhai Y S, Deng J and Peng R M. 2000. Research contents and methods for post-ore changes, modifications and preservation[J]. *Earth Science*, 25(4): 340 ~ 344 (in Chinese with English abstract).
- Zhai Y S, Deng J, Ding S J, et al. 2001. A discussion on critical transition of ore forming parameters (factors)[J]. *Mineral Deposits*, 20(4): 301 ~ 306 (in Chinese with English abstract).

### 附中文参考文献

- 邓 军, 吕古贤, 杨立强, 等. 1998. 构造应力场转换与界面成矿 [ J ]. *地球学报*, 19(3): 244 ~ 250.
- 邓 军, 孙忠实, 王建平, 等. 2001. 动力系统转换与金成矿作用 [ J ]. *矿床地质*, 20(1): 71 ~ 77.
- 关广岳. 1994. 成矿动力系统的定态与失定[ J ]. *东北大学学报*, 15(1): 20 ~ 23.
- 韩发, 孙海田. 1999. Sedex 型矿床成矿系统[ J ]. *地学前缘*, 6(1): 139 ~ 153.
- 侯增谦, 李红阳. 1998. 试论幔柱构造与成矿系统——以三江特提斯成矿域为例[ J ]. *矿床地质*, 17(2): 97 ~ 113.
- 黄世全. 1992. 赣东北火山-斑岩铜多金属矿床的成因模式[ A ]. 见: 中国地质学会编, “七五”地质科技重要成果学术交流会议论文选集[ C ]. 北京: 科技出版社. 484 ~ 489.
- 李人澍. 1996. 成矿系统分析的理论与实践[ M ]. 北京: 地质出版社. 19 ~ 20.
- 李人澍, 朱华平. 1999. 成矿系统的结构与聚矿功能[ J ]. *地学前缘*, 6(1): 103 ~ 113.
- 李兆鼐. 1997. 火山岩和相关侵入岩地区金矿的形成机制——内外多元耦合, 四维局部富集成矿[ J ]. *地球科学*, 22(3): 268 ~ 274.
- 孙启祯. 1994. 边缘成矿与成矿边缘效应[ J ]. *地学前缘*, 1(4): 176 ~ 183.
- 孙启祯. 2001. 边缘成矿概论[ M ]. 北京: 地质出版社. 1 ~ 158.
- 汤中立, 白云来. 1999. 华北古大陆西南边缘构造格架与成矿系统 [ J ]. *地学前缘*, 6(2): 271 ~ 283.
- 涂光炽, 赵振华, 刘秉光, 等. 1995. 庞然大物-与寻找超大型矿床有关的基础研究[ M ]. 长沙: 湖南科学技术出版社. 1 ~ 116.
- 涂光炽. 1998. 试论非常规超大型矿床物质组成、地质背景、形成机制的某些独特性——初谈非常规超大型矿床[ J ]. *中国科学( D 辑)*, 28(增刊): 1 ~ 6.
- 涂光炽等著. 2000. 中国超大型矿床 I [ M ]. 北京: 科学出版社. 1 ~ 584.
- 於崇文. 1994. 成矿作用动力学—理论体系和方法论[ J ]. *地学前缘*, 1(3): 54 ~ 82.
- 於崇文, 岑况, 鲍征宇, 等. 1998a. 成矿作用动力学[ M ]. 北京: 地质出版社. 1 ~ 23.
- 於崇文. 1998b. 固体地球系统的复杂性与自组织临界性[ J ]. *高校地质学报*, 4(4): 361 ~ 368.
- 於崇文. 1999. 大型矿床和成矿区(带)在混沌边缘[ J ]. *地学前缘*, 6

- (1): 85 ~ 105.
- 於崇文, 2000, 地质作用的自组织临界过程动力学——地质系统在混沌边缘分形生长, 地学前缘, 7(1), 13 ~ 42.
- 於崇文, 2001. 成矿动力系统在混沌边缘分形生长——一种新的成矿理论与方法论[J]. 地学前缘, 8(3): 9 ~ 28.
- 翟裕生, 姚书振, 林新多, 等. 1992. 长江中下游地区铁铜(金)成矿带[M]. 地质出版社. 159 ~ 165.
- 翟裕生, 姚书振, 崔彬, 等. 1996. 成矿系列研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社. 192.
- 翟裕生, 张湖, 宋鸿林, 等. 1997. 大型构造与超大型矿床[M]. 北京: 地质出版社. 1 ~ 180.
- 翟裕生. 1998. 古大陆边缘构造演化和成矿系统[A]. 见: 北京大学地质系主编, 北京大学国际地质科学学术研讨会论文集[C]. 北京: 地震出版社. 769 ~ 778.
- 翟裕生. 1999. 论成矿系统[J]. 地学前缘, 6(1): 13 ~ 28.
- 翟裕生, 邓军, 彭润民. 2000. 矿床变化与保存的研究内容和研究方法[J]. 地球科学, 25(4): 340 ~ 344.
- 翟裕生, 邓军, 丁式江, 等. 2001. 关于成矿参数临界转换的探讨[J]. 矿床地质, 20(4): 301 ~ 306.
- 中国矿床编委会. 1994. 中国矿床·中册[M]. 北京: 地质出版社. 33 ~ 40.

## Metallogenic System and Mineralization Network

Zhai Yusheng, Wang Jianping, Deng Jun and Peng Runmin

(China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

### Abstract

The study of metallogenic system shows the combination between systematic thinking and historical thinking, which seems to be one of the development trends of modern ore deposit geology. In this paper, the study of metallogenic system and its evolution is summarized into several main points as follows. ① Major types of metallogenic system are classified by tectono-dynamic system; ② Coupling of many factors and criticality-transition are basic ore-forming mechanism; ③ ore deposit series and anomaly series constitute the mineralization network; ④ The evolutionary process of an ore deposit includes its formation, transformation, and also preservation. In addition, the authors put forward the idea that mineralization network is the temporal-spacial distribution and structure of different types of ore deposits and relative anomalies formed in a metallogenic system and their surroundings. It is the material essentials of a metallogenic system. Further study on metallogenic system should start from the study of mineralization, mainly including ① development degree of different types of ore deposits; ② space relationship of different types of ore deposits; ③ temporal relationship of different types of ore deposits; ④ genetic relationship of different types of ore deposits; ⑤ transformation of different types of ore deposits. All these points are the basic study contents of ore deposit geology and mineral prediction, and hence systematic and thorough study on them is significant both in theory and in practice.

**Key words:** metallogenic system, mineralization network, mineral prediction