

16-19

成矿体系及其结构<sup>①</sup>

p612

p613

张 均

(中国地质大学, 武汉 430074)

**摘 要:** 研究指出, 成矿体系的时空域包含一个相对完整成矿单元内所有相关矿化现象以及成矿相关的所有地质要素及作用过程的总和, 成矿体系分析的重点是揭示和厘定一定成矿单元内各组元之间的内在成生联系和时空配置关系, “体系—结构”整合分析是成矿体系研究的最有效方法。

**关键词:** 成矿体系; 结构分析; 成生联系; 时空配置

**中图分类号:** P611 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-5663(2000)01-0016-04

矿床成矿

近年来, 在成矿学领域研究中成矿体系及其结构分析引起了地质学界的普遍关注, 并迅速成为区域成矿学和成矿预测学研究的前沿与热点。

## 1 成矿体系的概念与内涵

“成矿体系”是一个自然体系, 是在一定地域范围(成矿单元)内, 包括成矿地质背景、所有相关矿床(点)以及与成矿相关的所有地质要素及作用过程在时空上相互关联构成的一个具有一定成生联系和时空构型的成矿整体。成矿体系的形成是各种致矿地质异常事件在时间和空间上组合、配置的最终结果。其主要强调成矿过程所需条件及产物的内在成生联系和时空配置关系, 因此在找矿实践中更具指导意义。

成矿体系分析是在成矿分析的基础上, 进一步研究一定成矿单元内矿化的内在成生联系和时空配置关系。成矿体系的构建有赖于对区域成矿整体的认识和对矿化时空结构、内在成生联系及时空配置关系的再认识。一个成矿体系的时空域可定义为包含一个相对完整的成矿单元(区域)内所有的相关成矿现象以及与成矿相关的所有地质要素及作用过程的总和。一定成矿单元内矿床(点)的时空演化、分布与相关地质构造框架相结合的整体分析, 构成了成矿体系概念的基础和成矿体系分析的内涵。

成矿体系的本质内涵是产出于一定的地域范围(相当于独立成矿单元)内, 具有统一的基本成矿要素(如产出地域的同一性、成矿物源的同一性、矿化特征的相似性、控矿因素的组合作用、成矿演化的方向性等), 相近的成矿作用过程和相似的矿化产出特征, 并具有一定的内在成生联系和时空配置关系的成矿整体。是一个与一定致矿地质异常事件相关联的自然体系。

另外, 成矿系统的开放性, 成矿状态的非平衡性、成矿过程的不可逆性和成矿动力学机制的非线性常常导致成矿体系的复杂性和多样性, 具体表现为成矿体系组元与结构的多重耦合和相互作用。协同论对于多组元系统的研究表明, 子系统的耦合可以使它们发生关联和协同, 从而导致系统向宏观的有序状态转变, 并显示层次性和结构性。从统一整体论角度, 一个矿化集中区的形成是多种地质异常事件在空间上和时间上多重耦

① 收稿日期: 1999-11-16。作者简介: 张均, 男, 1956 年生, 教授。

国家自然科学基金项目(49772169)和国土资源部百名跨世纪科技人才基金项目资助

合、相互作用与配置的最终结果,构成一个相对完整的成矿体系。这种具有内在成生联系和时空配置关系的成矿整体,既具有复杂性和多样性特征,又具有统一性、整体性、结构性特点。

## 2 成矿体系研究的方法论

成矿体系研究的基本思路是将研究对象视为彼此关联的同一整体,注重探讨和揭示各组成要素之间的相互影响、制约、作用及结构关系,并通过深入分析和研究其内在成生联系和时空配置关系而将其整合为统一整体。成矿体系的最重要特征是关联和有序。

从不同尺度和不同角度去考察和分析相应层次的成矿现象及成矿过程时,我们所采用的方法论基础是“局部决定于整体”。据此,我们可以忽略细节而注重整体,其相应的方法学原则是综合。但由于成矿体系本身的复杂性和人们对体系各组元认识的不均衡性,完全用分析的方法来解决复杂性问题不仅很难实现,而且存在方法论上的障碍。因为对一个完整的成矿体系而言,局部必然决定于整体。一种合理的选择是综合与分析相结合。即根据不同的目标确定相应的主过程,进而在认识与主过程相应的简化了的基元过程的机理和规律基础上,建立与目标相适应的体系结构模型。考虑到成矿作用的过程和机理十分复杂,大部分过程的作用机理目前尚不清楚。在这种情况下忽略过程的具体细节,从一些较为宏观的基本过程入手,对体系结构做粗线条的刻划和表征十分必要。因此,成矿体系分析的重点是体系组元之间的内在成生联系和体系结构的时空配置关系,从此角度可以认为,成矿体系分析是从方法论角度,提出的一种探索和解决复杂性问题的“协同—整合”思维模式和“体系—结构”研究方法。

## 3 成矿体系研究的主要内容及方法

成矿体系分析的主导思路是树立系统观、整体观和演化观。把一定成矿地域(成矿单元)内相关成矿作用过程、产物及其控制因素做为彼此相关,具有内在成生联系和一定时空配置关系的统一成矿整体,重点研究其时空结构性和层次匹配性,力求从整体上揭示和把握成矿规律。具体做法是在控矿因素和矿床成因分析的基础上,将其作为一个统一整体,进一步研究成矿单元内致矿地质异常与矿床(点)之间的内在成生联系及时空配置关系。

### 3.1 成矿体系结构及演化规律的分析

研究表明,体系及体系结构是具有层次性的,高层次体系常常以低层次体系做为组元。例如,川西北地区金的成矿体系就是由矿化富集区、富集亚区、成矿带、矿田、矿床、矿体这六个层次所构成,前者常以后者做为组元。既反映出该成矿体系的对称—整合性,又反映出该成矿体系的层次—结构性。

应该强调指出的是,在成矿体系的时间结构和空间结构分析中,空间结构分析是成矿体系研究的核心。科学地认识和厘定一个区域成矿体系的空间结构,必须注重将一些成矿基本问题同时进行解剖式分析和整合式研究。例如,成矿体系分析中的空间结构概念是指所研究区域内各种成矿客体、成矿现象、控矿因素、矿化信息及其相互关系所形成的一种空间样式。它们在体系中的整合常产生一种多重空间结构,其相对应的便是一定空间地域内的综合性、整体性的成矿体系。对空间结构的分析,应强调体系中各组元之间的相互关联性和对应匹配性,而且应注重二维平面分析基础上的三维立体分析。三维性是体系结构分析的一个重要特性。另外,空间结构的三维性,亦是指空间上有关成矿客体、控矿因素、矿化信息的相互配置关系。这种立足于整体观、系统观和演化观基础上对成矿现象及过程的统一性、层次性、结构性分析,是从局部到整体的更高层次成矿分析,其对深化成矿认识,揭示深层次成矿规律,提升研究水平和预测能力具有重要的科学探索意义和实际应用价值。

### 3.2 “体系与结构”的厘定与表征

研究表明,成矿体系的形成常常是致矿异常地质事件中成矿演化的高级形态。例如,川西北地区金的成矿体系即是多种异常地质事件综合作用下,由数条规模较大的构造—岩浆矿化带在空间上丛聚和配置而成。

而且无论是矿化集中区、大型成矿带,还是具体矿田、矿床,其成矿要素都有着不同程度的相互作用和相互关系。经过长期的发展演化,矿化集中区内的成矿客体往往形成具有一定结构和功能的体系,即区域成矿体系,厘定和表征这种具有内在成生联系和时空配置关系的区域成矿体系,将其做为一个有机的统一成矿整体,揭示其时空结构特征,可以大大深化对区域成矿规律的认识,并有效地指导预测找矿和勘查评价。例如,可以通过分析区域成矿体系内部的结构,即这个体系的组成部分及各组成部分之间相互配置关系来揭示该区成矿体系的特点和问题,即通过“结构”来研究“体系”。这是区域成矿体系研究的最有效途径和方法(图1)。

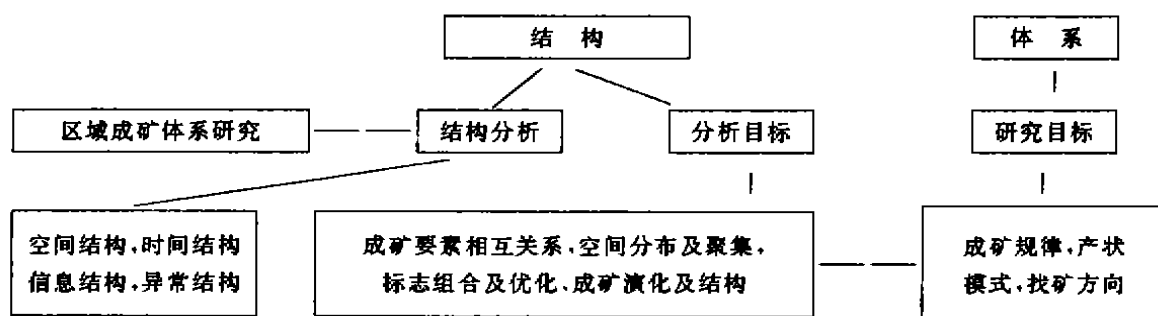


图1 通过“结构”分析而把握“体系”的示意图

Fig 1 The diagram for delineation of the system through structural analysis

由于可以通过“结构”研究“体系”,结构分析方法就成为成矿体系研究的最有效途径之一,“结构分析”被认为是“体系研究”的最主要内容。笔者通过对川西北地区金矿化时空结构分析和成矿体系研究认为,通过对区域金矿化的成矿体系结构分析,可以达到以下具体目标:

- (1)揭示区域成矿客体的空间分布特征及集聚规律;
- (2)厘定和表征区域成矿体系及其空间结构状态;
- (3)根据成矿体系的整体性和结构性特点,进行成矿远景分析和找矿靶区预测。

### 3.3 成矿体系框架的构建

成矿体系研究强调从系统、整体角度揭示和厘定成矿客体及其相关要素的组合特征和耦合关系。这种区域成矿的空间结构分析,是构建区域成矿体系的基础和前提。例如,川西北地区金矿化的集聚、产出与定位对区域构造—岩浆—热事件具有明显的时空依赖性和对应匹配性,构造—岩浆—热结构对金矿床(点)的形成与分布具有一定的制约和控制作用。具有区域特色的构造、岩浆、地层、岩性及其相互关联和时空配置决定了该区金矿化的空间结构特征,形成了具区域特色的成矿体系。具体表现为:

- (1)川西北地区金成矿具有统一的地球化学异常场并经历统一的构造—岩浆—热异常地质事件;金矿化的形成与分布受控于相对应的构造—岩浆—热体制及其结构,并呈现一定的内在成生联系和时空配置关系。
- (2)该成矿体系呈现以不同成矿客体“疏”“密”对称的带状或面状展布特征组成的空间结构。这种矿化富集区内矿化产出的空间不均一性和有序性、对称性结构特征主要由致矿地质异常的结构差异所导致。
- (3)区域成矿体系空间结构的框架或脉络,主要受控于区域构造—岩浆—热体制和区域金成矿规律,并反映出相应的结构样式及成矿体系空间组织的有效形式。其可成为分析区域找矿方向和评价找矿远景的重要科学依据。
- (4)区域成矿体系的完整构建和体系空间结构的厘定是深化该区金成矿规律研究的重点和关键,其研究成果可有效应用于该区新一轮成矿预测和勘查评价。

## 4 几点认识

- (1)成矿体系研究旨在利用系统思维方式和系统分析方法,从统一整体观角度既注重从整体到局部的解

析,亦重视从部分到整体的整合,强调层次、过程、结构分析基础上的综合。成矿体系结构分析是成矿体系研究的核心与关键。

(2)成矿体系分析是在长期科学探索和矿产勘查实践中逐步形成和发展的新概念。成矿体系分析强调整体性和综合性,在研究思路及研究途径上,不仅注重定性定量分析,注重由静态分析到动态分析,而且更注重成矿组元在四维空间上的时空配置关系分析。它是在成矿系统分析基础上,将各种成矿、控矿、示矿基本要素及作用过程有机地联系起来,找出它们之间的内在成生联系及其时空配置关系。

(3)成矿体系分析涉及大地构造、地球物理、地球化学、热力学及流体动力学等多种学科分析方法的综合应用及交叉渗透。因此对不同地质背景,不同研究程度的地区进行成矿体系分析时的侧重点可以有所不同,采用的研究方法亦可有所差异。但无论何种对象,何种方法,其研究思路和方法论却应一致,即落脚点应是成矿体系及其结构特征,目标是指导预测和评价。

(4)成矿体系的研究,应侧重于体系结构及时空配置关系的分析与研究。目前,人们常用“有序”和“对称”等概念来表征体系的结构,并从时间演化的方向性和阶段性,空间展布的层次性和对称性等方面来刻画体系的时空配置关系。

#### 参考文献

- [1] 於崇文. 成矿作用动力学—理论体系和方法论[J]. 地学前缘, 1994, 1(3): 54~81.
- [2] 贾复, 陶祖莱. 地球系统科学—挑战和机会[J]. 力学进展, 1989, 3: 289~303.
- [3] 费琪, 等. 成油体系分析与模拟[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994.
- [4] 毕思文. 地球内部流体系统科学统一理论[J]. 地学前缘, 1996, 3(3): 1~8.
- [5] 21 世纪初科学发展趋势课题组. 21 世纪初科学发展趋势[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [6] Magoon L B. The petroleum system—status of research and methods[J]. USGS Bulletin, 1992, 2007: 98.
- [7] Magoon L B. Dow W G. The petroleum system from source to trap[J]. AAPG Memoir, 1994, 60: 3~24.
- [8] Perrodon A. Petroleum systems: models and applications[J]. Journal of Petroleum Geology, 1992, 15(3): 319~326.
- [9] Demaison G, Huizinga B J. Genetic classification of petroleum system[J]. AAPG Bulletin, 1991, 75(10): 1626~1643.

## METALLOGENIC SYSTEM AND ITS STRUCTURE

Zhang Jun

(China Geology University, Wuhan 430074)

**Abstract:** On the basis of study, it is pointed out that the time-space of a metallogenic system includes all related metallogenic phenomenon, all related geological factors and interactions between the factors inside a comparatively completed metallogenic unit. It is very important to review and limit the relationship of genesis and disposition in time and space between different parts inside a metallogenic unit when using the method of analysis of metallogenic system. "System-structure" analysis is a useful method in studying a metallogenic system.

**Key words:** Metallogenic system; Analysis of Structure; Genesis Relationship; Disposition of Time and space