

# 矿床分类的历史及初步认识

赵 明, 曹新志

(中国地质大学 研究生院, 武汉 430074)

**摘 要:** 文章针对矿床学的分类问题进行了初步的研究, 对一些有代表性的分类方案进行了简要评述。认为矿床分类应该按照成矿系统进行划分, 这样更能反映矿床形成过程的深层次特性。按成矿系统的划分法划分出成矿系列后, 进行矿床式和矿床的划分时, 应该具有针对性, 对不同类型的矿床应该有不同的分类标准。

**关键词:** 矿床学分类; 成矿系统; 分类标准

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1412.2009.02.002

**中图分类号:** P611; P618 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2009)02-0101-05

致公认的能正确反映矿床形成过程的分类法。

## 0 引言

从进入 20 世纪起, 矿床学研究大体已经历了 3 个阶段: 20 世纪 50 年代以前, 主要是解剖典型矿床、探讨矿床成因、建立矿床模型; 20 世纪的后 50 年中, 除继续研究矿床成因和模型外, 重视区域成矿研究, 并逐步形成了以板块构造为主要基础的区域成矿学体系; 从上世纪 80 年代以后, 各类成矿系统及其动力学背景尤其是超大型矿床的成矿环境受到重视, 正逐步向全球成矿学的方向发展, 同时开展矿床-环境的一体化研究, 以更好地为矿业开发和环境保护的协调发展服务。可以认为, 进入 21 世纪, 矿床学研究进入了一个新的阶段, 即以全球演化和地球动力学为背景的成矿学研究阶段<sup>[1]</sup>。

在 20 世纪 80 年代以前, 矿床学向着逐渐成熟的方向发展, 尽管一些矿床的成因还存在争议, 但是利用已有的研究手段, 对矿床的基本特征已经有了比较正确的认识。80 年代以后, 人们逐渐开始从系统的角度来认识成矿过程, 以整体的观点来认识成矿事件, 逐渐注意到各成矿事件之间的联系, 发现很多矿床无法用单一的成因模式解释, 从而逐渐接受了矿质多来源、成矿多阶段、矿床多成因的观点。但是, 传统的矿床学分类却受到了挑战, 迄今为止都没有出现一

## 1 矿床学分类的历史回顾

在任何一门自然科学的研究中, 分类往往是一个首要任务。因为分类是阐明自然规律的方法之一(可能是最简单的方法), 在自然界无数单独个体中阐明他们的共性, 使十分复杂的结构加以简化, 并由此得出某种规律性来, 这是得到广泛认同的极为重要的课题, 矿床学也不例外<sup>[2]</sup>。

早在 16 世纪中叶, 阿格里柯拉(G. Agricola, 1556)<sup>[3]</sup>根据矿床的形态及位置提出了第一个矿床分类方案。该方案是在当时的认识水平基础上总结的, 不能表明矿床的形成机制和历史过程, 对于找矿作用不大, 但是它毕竟是历史上第一个矿床分类方案, 具有开创性的意义。

随着生产力的发展以及矿床地质资料的积累, 也由于物理和化学等自然科学的发展, 促进了矿床成因的研究, 出现了比较系统的矿床成因分类。1906 年和 1911 年, W. 林格伦提出了以成矿的物理化学作用为基础的成因分类, 把矿床分为机械作用矿床和化学作用矿床两大类, 再以成矿时的物理化学条件(温度、压力)为基础划分不同亚类(表

收稿日期: 2008-07-25

作者简介: 赵明(1986), 女, 湖北潜江人, 硕士研究生, 2007 年毕业于中国地质大学(武汉), 矿物学、岩石学、矿床学专业。

通信地址: 中国地质大学(武汉)资源学院 1200726 班; 邮政编码: 430074。

1)<sup>[4,5]</sup>。这样的分类强调了成矿时的物理化学作用,反映了当时的矿床学研究水平,对矿床学的发展起了一定的促进作用。1929 年,尼格里( P. Niggli)提出火山- 深度分类法<sup>[6]</sup>,但只是从矿化作用与侵入体深度( 岩浆相) 的关系来考虑,没有指出矿床与具体岩浆侵入体的成因关系; 并且,其分类表的结构与术语复杂,应用起来比较困难。1941 年,德国斯奈德洪以成矿作用和成岩作用之间存在紧密联系为基础,提出了矿床共生组合分类,他把矿床划分为岩浆、沉积和变质三大类,在此基础上再进一步划分亚类<sup>[7]</sup>。上述 3 个分类基本上是以鲍温的岩浆分异理论<sup>[8]</sup> 为依据的,是建立在“ 岩浆- 源论” 基础上的。现在大量实际资料表明这种观点是不全面的。因此按照岩浆- 源论建立的成因分类已不能适应当前地质科学的发展<sup>[9]</sup>。

表 1 矿床分类( 据 W. Lindgren, 1922)  
Table 1 Classification of ore deposits

| 矿床类型              | 温度/℃      | 压力   |
|-------------------|-----------|------|
| I 机械作用矿床          | 温度、压力适中   |      |
| II 化学作用矿床         |           |      |
| A 在地面上            |           |      |
| 1 由化学及反应          | 0~ 70     | 中- 高 |
| 2 蒸发作用            |           |      |
| B 在岩体中            |           |      |
| 1 包含在岩石中物质的聚集     |           |      |
| a 由于风化作用          | 0~ 100    | 中    |
| b 由于地下水           | 0~ 100    | 中    |
| c 由于变质作用          | 0~ 100    | 高    |
| 2 由于带入物质          |           |      |
| a 无侵入活动           | 0~ 100    | 中    |
| b 与侵入活动有关         |           |      |
| (a) 由于上升水         |           |      |
| (1) 低温矿床( 浅成)     | 50~ 200   | 中    |
| (2) 中温矿床( 中成)     | 200~ 300  | 高    |
| (3) 高温矿床( 深成)     | 300~ 500  | 高+   |
| (b) 由于直接岩浆喷气      |           |      |
| (1) 高温热液交代矿床( 推测) | 500~ 800  | 高+   |
| (2) 升华作用和喷气作用     | 100~ 600  | 低- 中 |
| c 在岩浆中由于分异作用      |           |      |
| C 在岩浆中由于分异作用      |           |      |
| 1 岩浆作用            | 700~ 1500 | 高+   |
| 2 伟晶岩矿床           | 575±      | 高+   |

自从上世纪 50 年代以来,地球物理和同位素地质研究有了很大进展,对地球各层圈的结构和组分获得了更多的资料,因而有可能探讨成矿物质来源这个根本性问题。1961 年谢家荣提出以成矿物质来源为基础的矿床成因分类( 表 2)<sup>[10]</sup>。这个分类不

仅明确了成矿物质来源在矿床学研究中的意义,而且指明了矿床成因分类的新方向。不少矿床学著作广泛采用了这个分类原则,并列举了相应的判别依据。但是由于在当时稳定同位素分析技术在矿床研究中还未能普及,已积累的分析资料还不足以概括所有的矿床成因类型,因此有待进一步的总结和提高<sup>[9]</sup>。

表 2 矿床成因分类表( 据谢家荣, 1961)  
Table 2 Genetic classification of ore deposits

|                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. 地面来源的矿床( 岩石圈与水圈和气圈间的不连续面) 由风化作用、剥蚀作用和沉积作用形成的矿床。                                                               |
| B. 地壳上部来源的矿床( 与地下水面及下降冷水与上升热水的不连续面相接触)                                                                           |
| (1) 包括地下水渗滤及测分泌的冷水成矿作用及其他表生成矿作用。温度 0~ 200℃, 深度 0~ 5km。                                                           |
| (2) 从浅到深的变质作用。温度 300~ 400℃, 深度 5~ 15km。                                                                          |
| C. 再熔化硅铝混合花岗岩来源( 孔拉德不连续面) 花岗岩化, 深度变质和超变质作用, 产生伟晶岩矿床、气化热液矿床, 局部也有岩浆分异、同化及各种深浅变质作用形成的矿床。温度 300~ 700℃, 温度 20~ 25km。 |
| D. 硅镁层( 莫霍不连续面) 岩浆分异是、同化, 岩浆结晶, 气化热液等作用形成的矿床, 局部也有混合岩化及各级变质作用。温度 1000~ 1500℃, 深度超过 20~ 25km。                     |

在南京大学地质系( 1973)<sup>[11]</sup> 和成都地质学院( 1978) 编写的矿床学教材及郑明华( 1980)<sup>[12]</sup> 的矿床成因分类中, 都根据近年来新的成矿理论和矿床学研究的最新进展对谢家荣的分类进行了修改和补充,但是对于具有复杂成矿物质来源和复合成矿作用的矿床, 仍然没有能在他们的分类表中充分反映出来, 有待于今后探索和研究。

表 3 矿床成因分类表( 据袁见齐等, 1984)  
Table 3 Genetic classification of ore deposits

|                 |                                    |
|-----------------|------------------------------------|
| I. 内生矿床         | (三) 火山- 沉积矿床                       |
| 一、岩浆矿床          | II. 外生矿床                           |
| (一) 岩浆分结矿床      | 六、风化矿床                             |
| (二) 岩浆熔离矿床      | 七、沉积矿床( 机械沉积、蒸发沉积、胶体化学沉积和生物- 化学沉积) |
| (三) 岩浆爆发矿床      | 八、可燃有机矿床                           |
| 二、伟晶岩矿床         | III. 变质矿床                          |
| 三、接触交代( 夕卡岩) 矿床 | 九、接触变质矿床                           |
| 四、热液矿床          | 十、区域变质矿床                           |
| (一) 岩浆气液矿床      | 十一、混合岩化矿床                          |
| (二) 非岩浆热液矿床     | IV. 叠生矿床                           |
| 五、火山成因矿床        | 十二、层控矿床                            |
| (一) 火山岩浆矿床      |                                    |
| (二) 火山- 次火山气液矿床 |                                    |

1984 年,袁见齐等主编的《矿床学》认为,矿床的形成作用应该是划分矿床成因类型的主要依据,适当考虑成矿地质环境,同时在分类中还应该尽可能地反映成矿物质来源这一因素(表 3)<sup>[9]</sup>。但这个分类考虑的地质因素较多,主次不够分明,各种因素在分类时未能被平行应用,即同级分类标准不统一。此外,对热液矿床分类时未考虑到混合热液的可能性,物质来源不一定是单一的。而且分类中尚未包括所有的矿床类型。后来又出现了根据矿石类型、共生元素组合、容矿岩石类型这些方面进行的矿床分类,形成百家争鸣的局面<sup>[13-17]</sup>。

历史唯物主义告诉我们,任何一个时代特定的

理论假说都只是当时某个方面已有成就的概括;随着科学和技术的进步,新事实和理论不断涌现,原有理论(假说)的不足之处就会逐渐显现,这是科学发展的必然规律。自 20 世纪 60 年代以来,大量的研究资料显示出矿床学已开始冲出经典的、受某一地质作用限制的相对立的假说——内生作用对外生作用,岩浆矿床对沉积矿床的影响,而转向一个以整体地质环境为背景,相互地质作用的变化为主线的地球动力学方向。亦即矿床的形成和发展虽受某些特定的地质条件限制,但从总体上看,它们受处于一个整体地质作用进程的控制,是在各种地质作用的相互作用和转化中形成和发展的<sup>[18]</sup>。

表 4 主要的成矿系统类型(据翟裕生,1999)  
Table 4 The main types of metallogenic system

| 成矿系统类            | 成矿系统                 | 主要矿床或建造                       | 环境                          |
|------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| I 岩浆成矿系统类        | 1. 镁铁质-超镁铁质类         | Cr, Cu, Ni, ΣPt, Ti, V, Fe... | 台区、槽区;<br>陆相、海相;<br>深部、浅表   |
|                  | 2. 幔壳源花岗岩类           | Fe, Cu, Au, Pb, Zn, Mo, Sn... |                             |
|                  | 3. 壳源花岗岩类            | W, Li, Be, Sn, Nb, Ta, REE... |                             |
|                  | 4. 碱性岩-酸性岩类          | 金刚石, Nb, P, REE...            |                             |
|                  | 5. 火山-次火山岩类          | Cu, Au, Sn, U, Ag, 非金属...     |                             |
| II 热液(水)成矿系统类    | 6. 斑岩热液              | Cu, Mo, Au                    | 台区、槽区;<br>陆相、海相;<br>以浅表环境为主 |
|                  | 7. 火山热液(含 VMS)       | Cu, Pb, Zn, Fe, S, Au, Ag     |                             |
|                  | 8. 浅成低温热液(含 MVT 卡林型) | Pb, Zn, Ag, Au, U, Hg, Sb     |                             |
|                  | 9. 动力热液              | Au, Ag, Pb, Zn                |                             |
|                  | 10. 热水沉积(含 Sedex 型)  | Pb, Zn, Cu, S                 |                             |
| III 沉积成矿系统类      | 11. 滨海-浅海相沉积         | Fe, Mn, P, Al...              | 陆区、海区、<br>海陆过渡带             |
|                  | 12. 深海相              | V, U, Ni, Co, Mn...           |                             |
|                  | 13. 陆相及泻湖相蒸发沉积       | 钾盐, 岩盐, 石膏...                 |                             |
|                  | 14. 陆相及滨海相砂矿         | Sn, Au, 金红石...                |                             |
|                  | 15. 陆相砂岩型            | Cu, Pb, Zn, U...              |                             |
| IV 生物成矿系统类       | 16. 陆相及海陆交互作用相成煤     | 煤, 煤层气...                     | 各类盆地                        |
|                  | 17. 陆相及海相成油气         | 石油, 天然气...(也有无机成因的)           |                             |
|                  | 18. 生物岩类             | 礁灰岩, 磷块岩                      |                             |
| V 改造(或叠加改造)成矿系统类 | 19. 变质改造(含 BIF)建造    | Fe, Si 建造, Fe, Au...          | 古陆、古陆活动区、<br>低纬度带           |
|                  | 20. 动力改造(含剪切带 Au 矿)  | Au...                         |                             |
|                  | 21. 岩浆(热液)改造         | Cu, Fe, Pb, Zn...             |                             |
|                  | 22. 风化改造             | Ni, Al, Cu, Fe, Mn...         |                             |

1998 年,翟裕生提出成矿系统的观点后,人们逐渐开始从整体的角度、系统的高度来研究矿床的形成过程。成矿系统是在一定地质时-空域中,控制矿床形成、变化、保存的全部地质要素和成矿作用动力过程,以及所形成的矿床系列、矿化异常系列构成的整体,是具有成矿功能的一种自然系统<sup>[18]</sup>。对矿床进行成矿系统的分类,会更有利于认识其成矿机理和指导勘查工作,所以现在人们尝试着进行成矿系统的分类(表 4)<sup>[19]</sup>。首先把成矿系统分为矿床成矿系列组、矿床成矿系列组合和矿床成矿系列类型三大类,这三大类其实也属于另一层次上的成矿

系统。这三大类又是以矿床成矿系列为基本单元(细胞)的并分别可归类为:成因归类为矿床成矿系列组合;构造旋回归类为矿床成矿系列组;地质构造环境归类为矿床成矿系列类型。而矿床成矿系列本身则由亚系列、矿床式及众多的矿床所组成,可表示如图 1 所示<sup>[20]</sup>:

2 初步认识

笔者认为,按成矿系统划分出成矿系列后,进一

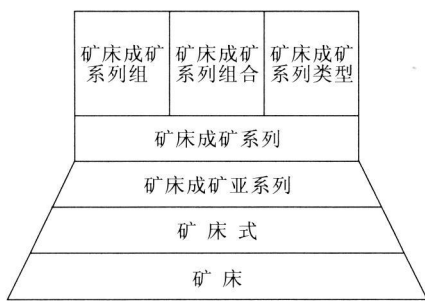


图 1 成矿系列自然分类示意图

Fig.1 Sketch map showing the natural classification of minerogenetic series

步进行矿床式和矿床的划分时,应该具有针对性,对不同类型的矿床应该有不同的分类标准。比如沉积岩类的矿床,就该按照矿床含矿主岩的沉积建造来划分,因为沉积建造是其形成的大地构造背景及沉积环境和古气候条件的综合产物,特定的沉积建造往往形成特定的、有一定成生联系的矿产组合;而热液矿床则应根据成矿作用,这方面最能反映出矿床的形成过程和特点;岩浆矿床则根据成矿的温度和深度等。而很多经过多源、多期、多成因的长期复杂的成矿作用而形成的矿床,在分类时需分析主成矿源、主成矿期和主成因作用,将矿床的最主要特征和成矿的主要控制因素作为分类的标准,从而简化矿床类型<sup>[21]</sup>。总而言之,分类的总原则应该是简明、系统,既能正确反映客观事物的内在联系,又要与当代的研究基础相适应,便于实际应用<sup>[22]</sup>。

矿床的成因分类代表着人类对矿床的起因、发展和演化过程的认识程度,是对当时有关认识的高度概括。正确地拟定矿床的成因分类方案,对于了解成矿过程的本质,指导勘查生产实践都具有重要的意义。可是,尽管当前由于地球化学、流体包裹体、稳定同位素以及多种实验技术等手段的应用,提高了人们对成矿作用的探索认知能力,但当前的技术水平和研究程度尚未达到完全揭示客观实际的阶段,目前对很多类型矿床形成的具体问题还存在着不同的认识。人们掌握的矿床地质事实也有不够充分之处,故难以形成一致公认的矿床分类方案。矿床分类仍然是人们在矿床地质研究中既不能回避、又难以回答的一个课题,仍有待业内人士的进一步努力。

### 3 结束语

当今的矿床学正朝着整体化、综合化的方向发展,我们应该建立起系统的观念,发展创造性思维,以期取得成矿理论的突破进展,建立新的矿床学知识体系。在矿床分类方面,应从整体的角度来认识成矿过程,以成矿系统的观点总结出新的矿床分类方案。在这个过程中应该注意利用唯物辩证法来指导矿床学研究工作,科学家们已经能够从多角度、多层次、多手段和多形式去考察地球;从天地对比、全球对比、海陆对比、深浅对比、宏微对比来研究整个地球系统,从而使全面、系统、立体地研究和认识地球运动规律成为现实<sup>[23]</sup>。充分利用现有的研究技术、手段以及新的思维来深刻认识成矿过程,正确划分矿床类型并建立新的矿床学知识体系,使其尽量达到符合客观实际的水平。

### 参考文献:

[1] 翟裕生. 地球系统科学与成矿学研究[J]. 地学前缘, 2004, 11 (1): 2-11.

[2] 成都地质学院《矿床学》编写组. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1978: 120.

[3] Agricola G. De Re Metallica[M]. 1556. trans. by Hoover H C, Hoover L R. New York, 1950: 63.

[4] Lindgren W. The Relation of Ore Deposition to Physical Conditions[J]. Econ. Geol., 1907, 2: 105-127.

[5] Lindgren W. A Suggestion for the Terminology of Certain Ore Deposits[J]. Econ. Geol., 1922, 17: 292-294.

[6] Niggli P. Ore Deposits of Magmatic Origin[M]. 1929. Trans. by Boydell H C, Thomas Murby, London. Noble, JA, The Classification of Ore Deposits. 1955.

[7] Schneiderbohn Hans. Lehrbuch der Erzlagernstane[n]kande[J]. Jena., 1941, (1): 858.

[8] Bowen N L. The Evolution of the Igneous Rocks[M]. 1st Ed Princeton University press, 1928: 332

[9] 袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 矿床学[J]. 北京: 地质出版社, 1984: 29-30.

[10] 谢家荣. 成矿理论与找矿[J]. 中国地质, 1961, (12): 13-34.

[11] 任启江. 矿床学概论[M]. 南京: 南京大学出版社, 1973.

[12] 郑明华. 多源成矿与矿床分类[J]. 成都地质学院学报, 1980, (3): 43-55.

[13] 董申保. 变质作用矿床概述[J]. 地学前缘, 1999, 6(2): 231-242.

[14] 栾世伟. 金矿床地球化学类型[J]. 成都地质学院学报, 1983,

(3): 20-28.

[ 15] 王秀璋. 对我国金矿床类型划分的讨论[ J]. 地质地球化学, 1987, ( 12): 165-170.

[ 16] 涂光炽. 对我国原生金矿类型的划分和不同类型金矿远景剖析[ J]. 矿产与地质, 1990, 4( 1): 1-10.

[ 17] 罗镇宽. 与变泥质碎屑岩建造有关金矿应引起重视[ J]. 黄金, 1990, 11( 12): 48-49.

[ 18] 翟裕生. 古大陆边缘构造演化和成矿系统[ C]. 见: 北京大学地质系. 北京大学国际地质科学学术讨论会论文集. 北京: 地震出版社, 1998: 796-778.

[ 19] 翟裕生. 论成矿系统[ J]. 地学前缘, 1999, 6( 1): 13-27.

[ 20] 陈毓川, 裴荣富, 王登红. 三论矿床的成矿系列问题[ J]. 地质学报, 2006, 80( 10): 1501-1508.

[ 21] 张宝林, 蔡新平, 韩金良. 重新认识和划分矿床类型——隐伏岩金矿体定位预测的一个重要前提[ J]. 地学前缘, 2000( S2).

[ 22] 李英. 论热液矿床的分类[ J]. 地质与勘探, 1992, 28( 9): 1-8.

[ 23] 翟裕生. 矿床地质学的发展前景和思维方法[ J]. 地学前缘, 1994, ( 1): 1-8.

HISTORY OF THE RESEARCH AND DISCUSSION ON  
CLASSIFICATION OF MINERAL DEPOSIT

ZHAO Ming, CAO Xin-zhi

( Graduate School, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** The paper deals with problems in ore deposit classification and reviews roughly the representative classification schedules. The author thinks that ore deposits should be classified according to the ore-forming systems so as to reflect the inherent properties of the ore-forming process. In classification according to ore-forming system classification of the ore deposit styles and the ore deposits should have different criterion for different type of ore deposit.

**Key Words:** classification of ore deposits; the ore system; classification criterion