

# 金矿成因类型和系列的划分\*

陈衍景

(中国科学院地球化学研究所 550002)

富士谷 卢冰 季海章 胡受奚 胡志宏 于昕

(南京大学地球科学系 210008)

**提 要:** 以板块构造理论为指导, 依据矿床在成矿作用、主要控矿因素、矿石建造和结构、容矿岩石建造等方面的特征对已知金矿划分为6个系列17种成因类型, 并举例说明了各类金矿在不同岩石建造中的表现样式, 将所有金矿归结为内生和外生两个群。

**关键词:** 金矿床 系列 类型

## 一、引 言

70年代全世界兴起的“找金热”, 导致发现了一些新的金矿类型(杨敏之\*\*, 1989)。这也要求科学家们制定新的更合理的金矿分类方案。Boyle<sup>(1)</sup>、Bache<sup>(2)</sup>、涂光炽<sup>(3)</sup>、胡受奚<sup>(4)</sup>、朱奉三<sup>(5)</sup>等学者作了新的分类尝试。Boyle、Bache和涂光炽都十分重视容矿岩石建造的性质, 胡受奚强调了矿石建造的作用, 朱奉三则主要依据成矿作用的特征。他们的工作对金矿找寻和研究起了重要的指导作用。笔者在近年对金矿床成因的研究中体会到成矿作用、控制矿床定位的主要因素、矿石矿物建造和结构构造、容矿岩石建造(性质和构造背景)等因素是研究矿床成因、建立成矿模式、预测矿床类型和选择找矿靶区时所必须考虑的。本文拟根据这些因素对金矿分类做新的探讨。

## 二、金矿分类的依据和原则

笔者通过对豫西金矿的实际研究, 结合国内其它研究成果, 以板块理论为指导, 根据矿床的成矿作用、定位因素、矿石建造和结构、容矿建造等方面的特征, 将已知金矿分为2群6系17型和若干式(见下)。具体划分步骤是: 按成矿作用的类别(是内生还是表生)划分出内生金矿群(即山金或原生金矿)和外生金矿群(或称次生金矿群); 按主要控矿因素的差别划分出岩浆金矿系等6个系列; 主要依据矿石建造、结构、构造等的特征划出17种类型; 按容矿建造的不同对各类型矿床划分式。

笔者遵循的划分原则(或宗旨)是: ①划分方案能体现出前述四项指标的作用及四项指

\* 国家自然科学基金资助项目

\*\* 杨敏之, 1989年, 金矿床新类型、金矿床地球化学、金矿床成矿预测原理

收稿日期: 1991-06-06

标的内在联系。②尊重已有的习惯,包容前人的研究成果;在不失逻辑性和科学性的基础上,不与前人的工作有出入。例如,细粒浸染型似可包括在蚀变矿碎带型之内,但考虑此类型已为学者使用(常称卡林型),为避免概念混淆,本文仍将其作为一种类型划分,并限定其容矿岩石建造以含大量碳酸盐为标志。③避免模棱两可或相互包容的概念。④方案重点突出系和型的划分意义;并以型作为最重要的适于各地区的基本单位,系是成因上彼此相联或相近的型的组合。⑤式是针对某些特定的围岩条件而划分的,服务于一定岩石区域内的具体找矿工作。如上官式金矿限于熊耳群火山岩的分布区。⑥方案有利于实际工作,尤其有利于靶区选择和金矿系、型的预测。例如,在碰撞造山带地区,应重点找岩浆金矿系列和断裂金矿系列的矿;并可按照碰撞造山成岩成矿模式<sup>[6]</sup>具体找矿。

### 三、金矿床划分方案简述及实例

1、内生金矿群:矿床由内生地质作用形成,矿体有一定的形态和产状。

A. 岩浆金矿系:岩浆岩控制着矿床的产出和矿化,矿床的形成与岩浆活动有直接的关系。没有岩浆岩,就没有矿床。在时间、空间和成因上,岩浆活动是矿床形成的必要条件。

1、爆破角砾岩型:矿化发生在火山隐爆——爆破角砾岩筒内及由其引起的裂隙系统内。成矿热液主要源自岩浆。矿体形态多为筒状,矿石以角砾状、网脉状为主。按岩浆的物造背景和岩石组合分式:

1a. 祁雨沟式:产于碰撞型造山带内,即薄皮构造作用带(亦称陆内俯冲或A型俯冲带)。以熊耳山的祁雨沟隐爆角砾岩带为代表。

2. 斑岩型:矿化发生在斑岩体内或其附近的围岩中,成矿溶液主要源自岩浆。矿石以网状和角砾状为主。金多作为铜、钼或多金属矿床的伴生矿床。按斑岩体所在岩套的性质(由构造背景决定)分式。

2a. 德兴式:产于碰撞型造山带的岩浆岩组合内。以江西德兴铜矿为代表,该矿的金伴生于斑岩铜矿,属特大型。

2b. 宾海姆式:产于俯冲型造山带的弧岩浆岩套(东太平洋型)。宾海姆矿(Bingham)产在美国犹他州,金作为斑岩钼矿的伴生矿,储量1000多吨。

2c. 潘古纳式:产于俯冲型造山带的岛弧岩浆岩套,潘古纳(Panguna)矿位于Solomon岛,是铜矿的伴生组分,储量507吨<sup>[2]</sup>。

3. 矽卡岩型:矿化发生在岩体与碳酸盐接触处的矽卡岩内,金常作为其他金属矿种的伴生矿。

3a. 亭提克式:产于俯冲型造山带内。亭提克(Tintic)矿产在犹他州,储金82吨、银6200吨、铜100000吨、铅585000吨、锌63000吨。

3b. 银家沟式:产于碰撞型造山带内。银家沟矿产于河南灵宝县南部,是金、银、硫、铅、锌、钼等综合矿床。

B. 断裂金矿系:断裂构造严格地控制着矿化和矿体的产出,没有断裂就没有矿床,与断裂形成有关的区域性构造——岩浆作用为金矿化的动因。断裂带常为剪切带,也有学者称该系列金矿为含金剪切带型金矿床。

4. 微细浸染型<sup>[7]</sup>:矿床的特点是沿断裂矿化,金品位低,颗粒细小(明金少见),成矿温

度低, 矿石建造以碳酸盐、石英、铁的氧化物、硫化物为特征, 大气降水常加入了成矿热液, 限于含铁质、有机质的碳酸盐—碎屑岩建造内发育。据容矿岩石变质程度划分式。

4a. 卡林 (Carlin) 式: 产于浅变质或未变质的碳酸盐—碎屑岩建造。以内华达州的卡林金矿为代表, 其储量为 110 吨<sup>[2]</sup>。

4b. 祈子堂式: 产于孔达岩系 (中深变质的含有机质、铁质的富铝的碳酸盐—碎屑岩建造)。祈子堂矿产于豫西秦岭群内, 属小型矿床。

5. 蚀变破碎带型: 矿化限于断裂破碎带内; 破碎带以多种蚀变为特征, 以硅化、钾化 (含钾长石化和云母化)、碳酸盐化、绿泥石化、高岭土化、赤铁矿化、硫 (砷、碲) 化物化 (以黄铁矿为主) 等最为常见; 破碎带内没有石英脉, 可含细的不连续的石英脉体或石英团块; 矿石为各种蚀变岩, 以角砾状、网脉状、浸染状为主。

5a. 焦家式: 产于花岗岩—混合花岗岩—混合岩。以胶东焦家矿为代表。

5b. 大湖峪式: 容矿岩石为太古宙绿岩带, 以小秦岭大湖峪金矿为代表。

5c. 申家窑式: 容矿岩石为裂谷双模式火山岩建造。申家窑金矿产于豫西崤山变质地体的崤山群内。

5d. 哈图式: 容矿建造为蛇绿岩套。哈图矿产于西准噶尔地区的晚古生代蛇绿岩内<sup>[8]</sup>。

5e. 上官式: 产于岛弧型安山岩建造。上官金矿产于豫西熊耳山区的熊耳群中。

5f. 穆龙套式: 围岩为沉积岩系。苏联穆龙套金矿位于与我国接近的天山海西褶皱带的浊积岩中。年产黄金 70—80 吨 (亦有说 142 吨), 占全苏金产量的 30% (或 50%) (杨敏之, 1989)。

6. 石英脉型: 破碎带为石英脉占据, 石英脉含自然金和硫化物等, 构成矿体。矿石以块状为主。石英脉沿断裂充填定位时, 常伴有强烈的围岩蚀变和矿化, 导致石英脉两侧的蚀变围岩有时达工业要求。此型矿床的样式有:

6a. 玲珑式: 产于花岗岩—混合岩内。

6b. 金哩式: 产于绿岩内。金哩 (GoldMile) 矿产在西澳 Yilgarn 地块的卡尔古利绿岩内; 已产金 1200 吨以上<sup>[9]</sup>。

6c. 红旗式: 产于蛇绿岩套。红旗矿位于准噶尔海西期—印支期造山带。围岩是古生代的蛇绿岩<sup>[8]</sup>。

6d. 菱刈式: 围岩为岛弧火山岩建造。菱刈矿是日本最大的金矿, 储金 120 吨, 产于新生代北萨火山岩建造内 (杨敏之, 1989)。

6e. 沃溪式: 围岩为沉积岩系。沃溪矿产于湖南西部的板溪群内的 W—Sb—Au 建造<sup>[10]</sup>。

7. 硅化体型: 破碎带硅化强, 以形成大量次生石英岩—硅化体为特征。硅化体型是介于石英脉型和蚀变破碎带型之间的一种类型, 各方面的特征也介于它们之间, 但又明显不同于它们。与石英脉的不同是其结晶细、交代定位、形态规则性差、厚度不均、产状变化大; 与蚀变破碎带型的不同是矿体与硅化体一致, 硅化体有一定形态, 与围岩界线清楚, 矿石致密块状者多, 矿石中石英占绝对优势。此型矿床在熊耳山有大量发现, 如瑶沟、前河等矿床。

C. 层控金矿系: 矿化严格地受特定的岩性层位控制, 这种特定的岩层往往在其形成时即已富集了金, 成为矿胚; 并且/或者有利于热液中的金的沉积富集。矿化一般有两期, 一是控矿岩层初始沉积时的矿化, 二是后期含金热液叠加。矿体产状多与围岩一致, 以似层状、透镜状多见。

8、铁建造(BIF)层控型:矿化沿条带状铁建造(Banded Iron Formation—BIF)发生,常称金铁建造。由于金的亲铁性质,BIF沉积时多已初步富集金;后期的热液作用时,铁因和金的主要配体——硫形成黄铁矿,造成金随之沉淀,从而成为热液金的沉淀富集场所。矿石以块状为主,矿石建造以铁的硫(砷等)化物、氧化物为特征。

8a. 科拉尔式:产在绿岩带内的BIF中,BIF为铁英岩。科拉尔(Kolar)矿位于印度南部卡纳塔克邦,Kolar型绿岩为容矿建造,该矿已产790吨金,目前年产1.5吨<sup>[11]</sup>。Kolar式金矿在南非、西澳、巴西、加拿大等地有大量发现<sup>[2]</sup>。加拿大第二大金矿山——柳宾矿<sup>[12]</sup>即属此式。

8b. 霍姆斯塔克(Homstake)式:围岩为浅变质或未变质的稳定盆地沉积建造。Homstake产于美国苏必利尔湖区的Marquette Range超群内的碳酸盐—铁建造层内,储金1100吨,是全美最大的矿山<sup>[3]</sup>。

8c. 东风山式:产于孔达岩系。东风山金矿产于佳木斯地块的麻山群上部孔达岩系<sup>[13]</sup>。

9. 碳质层控型:矿化限于含碳质的岩层内发生。矿体产状与围岩一致,多呈似层状、透镜状。矿石以含碳质为特征,多呈浸染状、网状构造。

9a. 南墅式:产于孔达岩系(中深变质的碳硅泥岩建造)。以产于胶东荆山群石墨片麻岩的南墅、夏甸等金矿为代表。

9b. 银洞坡式:产于浅变质的碳质沉积建造,银洞坡金矿产于河南桐柏山区的歪头山组含碳质岩层内,该矿与著名的破山银矿构成一重要的金—银—铅等贵金属矿带。

10. 砾岩层控型(或称不整合层控型):矿化限于一套沉积建造之底部的砾岩或砂岩岩层内。

10a. 奥林匹克坝式:产于未变质的角砾岩中。奥林匹克坝(Olympic Dam)矿位于澳大利亚中南部,产于厚1000m的赤铁矿角砾岩内,是含Cu、Au、U、TR、Fe等组分的综合矿床。该矿储铜3200吨、铀1200吨、金1200吨。金多来自脉状矿体(杨敏之,1989)。

10b. 半宽式:产于浅变质的砾岩中。半宽金矿位于河南崤山地体,围岩是铁铜沟组磨拉石建造底部的粗砾岩。矿呈脉状,Th异常高,伴铅锌矿化。

10c. 赛拉佩拉达(Serra Pelada)式:矿化发生在红色砂岩层内。Serra Pelada矿位于巴西巴拉州马拉巴市西南90km,卡拉贾斯铁东60km处。构造上属亚马逊克拉通东部,基底为太古宙兴古杂岩,元古界下部为绿片岩相变质的贾拉奥巴拉群(含卡拉贾斯组),元古界上部为里奥费雷斯科组变质砂岩。里奥费雷斯科组沉积时富集了金,后期构造—变质作用导致沿构造破碎带富集成矿,新生代的风化作用导致了该矿块金生成。该矿储金390吨(杨敏之,1989)。

D、层状金矿系:矿床和围岩同时由同一种地质作用形成,矿体呈层状或透镜状,受后期改造作用的影响不大。矿石以块状、条带状、浸染状常见。

11. 块状硫化物型:硫化物以黄铁矿为主,也常称黄铁矿型,金常伴生于铜或其它金属矿床中。

11a. 赫姆洛(Hemlo)式:产于绿岩带内的Hemlo矿位于加拿大安大略地区,储金579吨<sup>[14]</sup>。

① 天美德等,1989,含金剪切带型金矿床。

11b. 塞浦路斯 (Cyprus) 式: 围岩为蛇绿岩套。Cyprus 矿储金 10 吨, 银 46 吨。

11c. 库巴 (Cobar) 式: 围岩为沉积岩。Cobar 矿位于澳大利亚 New South Wales。矿化严格限于 Cobar 群 (时代为志留纪) 中部的 Great Cobar 板岩内。该矿产金 48 吨, 银 718 吨。

12. 浅成热液 (热泉) 型: 按 Banteleyer<sup>[15]</sup> 建立的成矿模式, 此类矿多见于岩浆活动较强的地区, 成矿热液和成矿物质来自深部。矿石以浸染状、网脉状为主, 矿体形态多为似层状、透镜状。典型实例是智利的埃尔印第奥 (EI Indio) 矿, 该矿 1979 年建矿当年即产 12.8 吨金, 储金在 100 吨以上, 是 Au、Ag、Cu 的综合矿床。

II、外生金矿群: 矿床由风化作用或沉积作用形成, 控矿因素较简单。但此类矿常形成于原生金矿的附近。

E、风化金矿系: 由风化作用形成, 矿赋存于风化壳内。

13. 红土型: 产于红土型风化壳内。以澳大利亚博古登金矿为代表, 博古登矿的围岩是红土型铝土矿, 是由太古宙花岗岩风化壳经近代进一步风化所形成, 金品位 3—3.5g/t, 储量 5.3 吨 (杨敏之, 1989)。

14. 铁帽型<sup>[16,17]</sup>: 以新桥金矿为代表, 是初步金矿化的硫化物矿床经风化作用使金在铁帽中的品位增高而形成的工业矿体。

F、碎屑金矿系列: 成矿作用为沉积作用, 矿赋存在碎屑岩内, 沉积作用的差别决定了矿床类型不同。

15. 砾岩型: 沉积作用 (成矿作用) 发生在还原条件下, 特点是含黄铁矿等硫化物的磨圆碎屑和晶质铀矿的磨圆碎屑<sup>[18,19]</sup>, 金矿化与硫化物碎屑的集中有密切关系<sup>[2]</sup>。此类矿床只能形成在 2300Ma 以前的还原条件<sup>[20]</sup>。此类矿床以兰德金矿为代表, 该矿在 1884—1977 年间产金 34500 吨, 储金 500000 吨左右。加拿大 Elliot 湖群底部、印度达瓦尔系底部、澳大利亚 Fortesque 群底部均有此类矿床发现<sup>[18-21]</sup>。巴西雅科比纳金矿亦属此类, 其储量达 83 吨 (杨敏之, 1989)。

16. 砂矿型: 该类矿床在世界各地均有分布, 已为学者熟知。它是由氧化条件下的风化—沉积作用形成, 与砾岩型金矿相反, 形成在 2300Ma 以后。

16a. 塔克瓦 (Tarkwa) 式: 变质砂矿, Tarkwa 矿产于加纳, 储量达 350 吨。

16b. 蒙他那 (Montana) 式: 未变质砂矿。Montana 地区砂金矿产量已达 270 吨以上。

17. 冰碛岩型: 矿床定位于冰川剥蚀—搬运—沉积的过程中。以加拿大苏必利尔湖区的 Gongwadon 组内的金矿床为代表<sup>[19]</sup>。

#### 四、总 结

以板块构造理论为指导, 已知金矿可根据矿床的成矿作用、定位因素、矿石建造和组构、容矿建造的特征划分如下表:

表1 金矿成因系列、类型的划分

Tab. Classification of metallogenic series and types of gold deposits

内生金矿群	A 岩浆金矿系	①爆破角砾岩型, ②斑岩型, ③矽卡岩型
	B 断裂金矿系	④微细浸染型, ⑤蚀变破碎带型, ⑥石英脉型, ⑦硅化体型
	C 层控金矿系	⑧铁建造层控型, ⑨炭质层控型, ⑩砾岩层控型
	D 层状金矿系	⑪块状硫化物型, ⑫热泉型
外生金矿群	E 风化金矿系	⑬红土型, ⑭铁帽型
	F 碎屑金矿系	⑮砾岩型, ⑯冰碛岩型, ⑰砂金型

承欧阳自远、谢洪森、高振敏、袁榆卓、徐克勤、王德滋、王鹤年等教授和陆志刚、陈思松、任启江、郭抗衡、王亨治、强立志、吴国炎、朱守信、杨振升等专家的指导, 谨表衷心感谢!

## 主要参考文献

- [1] Boyle, R W. 金的地球化学及金矿床. 地质出版社, 1984年, 785
- [2] Bache, J J. World Gold Deposits, A Geological Classification. North Oxford Academic, 1987, p179
- [3] 涂光炽. 我国原生金矿类型的划分和不同类型金矿的远景剖析. 矿产与地质, 1990年, (1);
- [4] 胡受翼等. 华北与华南古板块拼合带地质和成矿. 南京大学出版社, 1983; P558
- [5] 朱奉三. 中国金矿床的成因类型划分及基本特征研究. 国际金矿地质与勘探学术论文集. 东北工学院出版社, 1989, 12—20
- [6] 陈衍景, 张冠宁. 西准噶尔地区金矿成矿模式. 长春地质学院学报, 1991; (1);
- [7] 厄伯格 (Flomberger), S B. 浸染型金矿床. 国外地质科技, 1987; (1), 1—14
- [8] 田培仁. 新疆准噶尔金矿带. 国际金矿地质与勘探学术会议论文集. 东北工学院出版社, 1989; 140—142
- [9] Philips, G N. Geology and alteration in the Golden Mile, Kalgoorlie, Economic Geology, 1986; 81 (4); 779—808
- [10] 刘英俊, 马东升. 华南金矿床的区域成矿条件及其地球化学特征. 国际金矿地质与勘探学术会议论文集. 东北工学院出版社, 1989; p84—90
- [11] Natarajan, W K. and Mukherjee, M. M., A note on the auriferous banded iron-formation of Kolar schist belt. J. Geological Society of India. 1986; (28); 218—222
- [12] 帕加姆 (Padyham), W. A 等. 加拿大西北地区的金矿床. 国外地质科技, 1988年第8期, 112—124
- [13] 刘静兰. 前寒武纪条带状含铁建造中的金矿床. 地质学报, 1987; 61 (1); 58—70
- [14] 卡梅伦 (Cameron), E. M. 等. 加拿大安大略赫姆洛金矿床的地球化学和同位素研究. 国外地质科技, 1987; (1); 25—36
- [15] 潘捷列耶夫 (Banteleyer), A. 加拿大科迪勒拉的浅成热液金银矿床模式. 国外地质科技, 1987; (3); 25—38
- [16] 陈伯林. 铜陵地区铁帽型金矿床. 国际金矿地质与勘探学术会议论文集. 东北工学院出版社, 1989; 199—202
- [17] 秦有余. 中国下扬子成矿域铁帽型金矿地质特征简介. 国际金矿地质与勘探学术会议论文集. 东北工学院出版社, 1989; 117—178
- [18] Schidlowski, M., Archean atmosphere and evolution of the terrestrial oxygen budget, In Windley (editor), The Early History of the Earth, Wiley, London, 1976; 525—535
- [19] Mossman, D J and Harron, G A. Origin and distribution of gold in the Huronian supergroup. Canada—the case for Witwatersrand-type paleoplacers, Precambrian Res., 1983; (2); 543—583
- [20] 陈衍景等. 23亿年灾变事件的揭示对传统理论的挑战——关于某些重大地质问题的新认识. 地球科学进展, 1991; 6 (2) 63—68
- [21] 哈钦森 (Hutchinson, R W.) 前寒武纪金矿床成矿问题——空间和时间关系. 国外地质科技, 1988; (8); 65—75

## CLASSIFICATION OF METALLOGENIC SERIES AND TYPES OF GOLD DEPOSITS

Chen Yanjing

(*Geochemistry Institute of Chinese Academy of Sciences, 550002*)

Fu Shigu, Lu Bing, Ji Haizhang, Hu Shouxi, Hu Zhihong, Yu Xin

(*Department of Earth Sciences of Nanjing University, 210008*)

### Abstract

17 types and 6 series of gold deposits shown in the following table are classified based on metallogenesis, principal metallogenic factors, mineralogical association, structure and texture of ore and nature of host rock assemblage. The patterns of different type gold deposits are briefly described according to the nature of host rock assemblages.

Endogenic group	A. magma bound series; explosive breccia, porphyry and skarn types.
	B. fault bound series; fine grain dissemination, altered crush zone, quartz vein and silicified lode types.
	C. strata bound series; iron formation bound, carboniferous bed bound and conglomerate bound series types
	D. stratiform series; massive sulfide and hot spring types.
Exogenic group	E. weathering crust bound series; red soil and iron cap types.
	F. detrital series; conglomerate, tillite and placers types.