维普资讯 http://www.cqvip.com

矿 床 地 质
1997 年 MINERAL DEPOSITS 第 16 卷 第 3 期

中国含金夕卡岩矿床的分布和主要地质特征*

赵一鸣 林文蔚 毕承思 张轶男
(中国地质科学院矿床地质研究所，北京)

提 要：夕卡岩金矿床主要分布于中国东部，特别是在长江中下游地区，并常和夕卡岩铜(铁或多金属)矿床共生。它们产生的有利构造环境为地台边缘的拗陷和褶皱带以及地台内部的深大断裂附近地区。主要控矿地层为石炭-二叠纪和三叠纪碳酸盐岩。有关侵入岩为钙-碱性闪长岩、石英闪长岩、石英二长闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩及其浅成相，大多属燕山期。含金夕卡岩以钙夕卡岩为主，镁夕卡岩次之。在夕卡岩及其邻近的围岩中叠加有较强的退化热液蚀变，并常伴有 Cu、Au、Fe、Mo、Pb、Zn、Ag 等矿化，显示明显的交代分带。总的矿化分带序列为：Fe(Cu) →Cu (Mo) →Cu、Au→Au→Au、Pb、Zn。在许多矿床中，发现有碲化物、铋化物和硒化物。因此，Cu、Au、Te、As、Bi、Pb、Zn、Ag、Se 等元素在夕卡岩金矿床中相对富集，并成为重要的地球化学找矿标志。

主题词：夕卡岩金矿床 分布 地质特征 分带 中国

夕卡岩金矿床因规模较小而未被重视，因此也没有作为独立的矿床类型将其划分出来。实际上，全世界从夕卡岩矿床中已生产的金已超过 1000 t[17]。随着金矿勘查工作的深入，逐渐引起人们的关注。

中国是世界上夕卡岩矿床分布最广的国家之一。近 10 年来，发现了一批大型矿床，如湖北鸡笼山、鸡冠咀、安徽马山、湖南水口山和黑龙江老榨山等。我国夕卡岩矿床中金的储量已占全国金矿总储量的 20%左右。因此，夕卡岩金矿床已成为重要的金矿类型之一。

含金夕卡岩矿床可大致分为两类：一类是独立的夕卡岩金矿床；另一类为伴生的夕卡岩金矿床。本文主要讨论独立的含金夕卡岩矿床，包括含金品位大于 1 g/t 的共生金矿床。

1 含金夕卡岩矿床的分布

大多数含金夕卡岩矿床集中分布于环太平洋带，只有少数矿床分布在欧洲、中亚和非洲[8,16]。在美洲西海岸，有许多重要夕卡岩金矿床产出，诸如不列颠哥伦比亚的 Nickel Plate 和 Phoenix，美国内华达州的 Fortitude 和 McCoy，墨西哥的 Golfo de Oro 和 Concepcion del Oro，尼加拉瓜的 La Luz 和秘鲁的 Katanga 等。在亚洲和澳大利亚东部，也有许多重要的夕卡岩金矿床分布，例如，中国湖北省的鸡冠咀和鸡笼山，安徽省的马山，菲律宾的 Thanksgiving，马来西亚的 Bau，印度尼西亚的 Muara Sipongi，澳大利亚的 Red Dome 等。

* 国家自然科学基金资助项目（批准号：49573184）的部分成果
赵一鸣，男，1934 年生，研究员，矿床学博士生导师，长期从事夕卡岩矿床研究，邮政编码：100037
1996-10-30 收稿，1997-04-17 修改回

维普资讯 http://www.cqvip.com

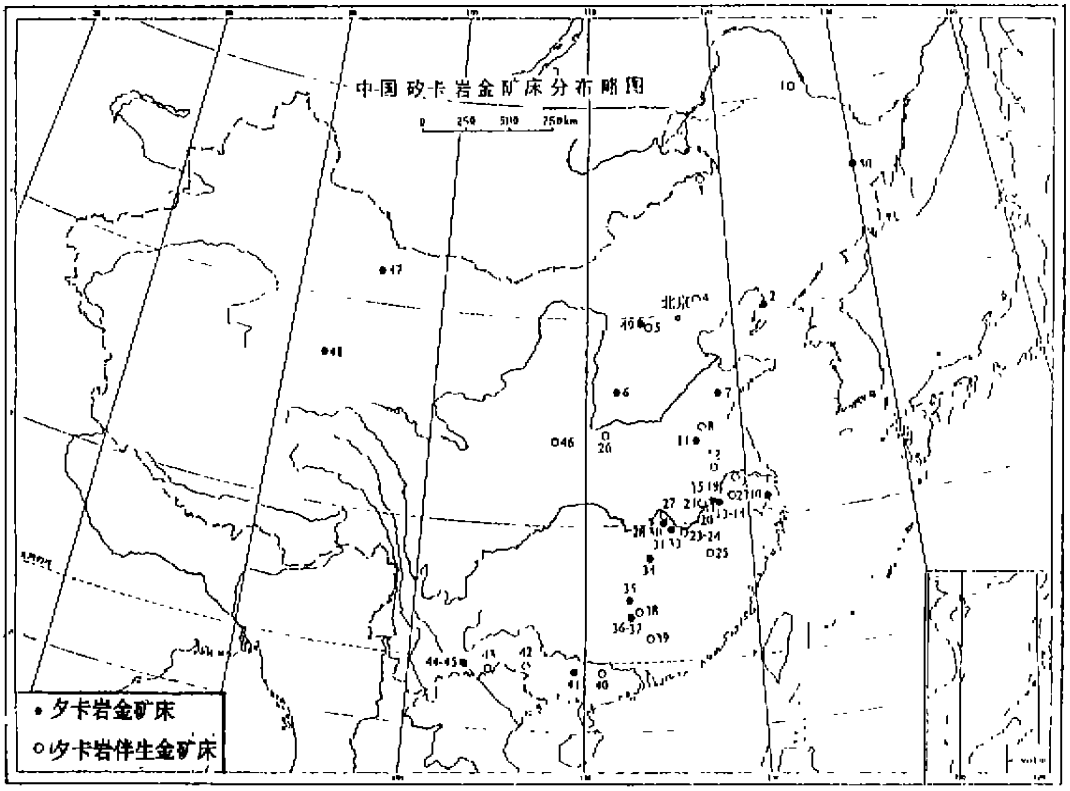


图 1 中国夕卡岩金矿床分布略图

1—黑龙江三矿沟 (Cu, Au)；2—辽宁华铜 (Au, Cu, Mo)；3—内蒙古朝不愣 (Cu, Fe, Bi, Au)；4—河北寿王坟 (Cu, Mo, Fe, Au)；5—山西刁泉 (Cu, Fe, Au)；6—山西四家湾 (Au, Cu)；7—山东沂南 (Au, Cu)；8—江苏利国 (Fe, Au, Cu)；9—江苏伏牛山 (Cu, Au)；10—上海张堰 (Cu, Fe, Au)；11～22—安徽省；11—前常 (Cu, Au)；12—滁县 (Cu, Au)；13—新桥 (Au, Cu, S)；14—凤凰山 (Cu, Au)；15—狮子山 (Cu, Au)；16—马山 (Au)；17—冬瓜山 (Cu, Au)；18—铜官山 (Cu, Au)；19—金口岭 (Au, Cu)；20—铜山 (Cu, Au)；21—安庆 (Fe, Cu, Au)；22—麻姑山 (Cu, Mo, Au)；23～25—江西；23—武山 (Cu, Au)；24—城门山 (Cu, Zn, Au)；25—天排山 (Cu, Pb, Zn, Au)；26—河南银家沟 (Fe, Pb, Zn, Au)；27～33—湖北省；27—铁山 (Fe, Cu, Au)；28—铜绿山 (Au, Cu, Fe)；29—鸡冠咀 (Au, Cu)；30—石头咀 (Cu, Au)；31—鸡笼山 (Au, Cu)；32—封山洞 (Cu, Mo, Au)；33—李家湾 (Cu, Au)；34～38—湖南省；34—七宝山 (Cu, Pb, Zn, Fe, Au)；35—老鸦巢 (Au, Pb, Zn, Cu)；36—大坊 (Au, Pb, Zn, Ag)；37—宝山 (Cu, Pb, Zn, Au)；38—柿竹园 (W, Sn, Mo, Bi, Pb, Zn, Au)；39—广东大宝山 (Cu, Pb, Zn, Fe, Au)；40—广西佛子冲 (Pb, Zn, Cu, Au)；41—广西六河 (Au, Cu)；42—广西钦甲 (Cu, Sn, Au)；43—云南都龙 (Sn, Zn, Au)；44—云南卡房 (Sn, Cu, Au)；45—云南鸡心脑 (Sn, Au)；46—陕西西骆峪 (Cu, Ag, Au)；47—甘肃黑虎山 (Au, Cu, Ag, Zn)；48—青海肯德可克 (Au, Fe, Cu)；49—山西太那水 (Au, Cu)；50—黑龙江老榨山 (Au, Cu)

Fig. 1. Sketch map showing distribution of auriferous skarn deposits in China.

1—Sankuanggou, Heilongjiang (Cu, Au); 2—Huatong, Liaoning (Au, Cu, Mo); 3—Chaobuleng, Inner Mongolia (Cu, Fe, Bi, Au); 4—Shouwangfen, Hebei (Cu, Mo, Fe, Au); 5—Diaoquan, Shanxi (Cu, Fe, Au); 6—Sijiawan, Shanxi (Au, Cu, Nu); 7—Yinan, Shandong (Au, Cu); 8—Liguo, Jiangsu (Fe, Au, Cu); 9—Funiushan, Jiangsu (Cu, Au); 10—Zhangyan, Shanghai (Cu, Fe, Au); 11—Qianchang, Anhui (Au, Cu); 12—Chuxian, Anhui (Cu, Au); 13—Xinqiao, Auhui (Au, Cu, S); 14—Fenghuangshan, Anhui (Cu, Au); 15—Shizishan, Anhui (Cu, Au); 16—Mashan, Anhui (Au); 17—Dongguashan, Anhui (Cu, Au); 18—Tongguanshan, Anhui (Cu, Au); 19—Jinkouling, Anhui (Au, Cu); 20—Tongshan, Anhui (Cu, Au); 21—Anqing, Anhui (Fe, Cu, Au); 22—Magushan, Anhui (Cu, Mo, Au); 23—Wushan, Jiangxi (Cu, Au); 24—Chengmenshan, Jiangxi (Cu, Zn, Au); 25—Tianpaishan, Jiangxi (Cu, Pb, Zn, Au); 26—Yinjiagou, Henan (Fe, Pb, Zn, Au); 27—Tieshan, Hubei (Fe, Cu, Au); 28—Tongpaishan, Hubei (Au, Cu, Fe); 29—Jiguanzui, Hubei (Au, Cu); 30—Shitouzui, Hubei (Cu, Au); 31—Jilingshan, Hubei (Au, Cu); 32—Fengshandong, Hubei (Cu, Mo, Au); 33—Lijiawan, Hubei (Cu, Au); 34—Qibaoshan, Hunan (Cu, Pb, Zn, Fe, Au); 35—Laoyachao, Hunan (Au, Pb, Zn, Cu); 36—Dafang, Hunan (Au, Pb, Zn, Ag); 37—Baoshan, Hunan (Cu, Pb, Zn, Au); 38—Shizhuyuan, Hunan (W, Sn, Mo, Bi, Au); 39—Dabaoshan, Guangdong (Cu, Pb, Zn, Fe, Au); 40—Fozichong, Guangxi (Pb, Zn, Cu, Au); 41—Liuhe, Guangxi (Au, Cu); 42—Qinjia, Guangxi (Cu, Sn, Au); 43—Dulong, Yunnan (Sn, Zn, Au); 44—Kafang, Yunnan (Sn, Cu, Au); 45—Jixinnao, Yunnan (Sn, Au); 46—Xiluoyu, Shaanxi (Cu, Ag, Au); 47—Heihushan, Gansu (Au, Cu, Ag, Zn); 48—Kendekek, Qinghai (Au, Fe, Cu); 49—Taishui, Shanxi (Au, Cu); 50—Laozhashan, Heilongjiang (Au, Cu).

维普资讯 http://www.cqvip.com

中国东部，作为环太平洋带的一个组成部分，夕卡岩金矿床有较广泛的分布，尤其在长江中下游地区最为集中，并经常与夕卡岩Cu（Fe）矿床共生（图1）。有利的构造环境为地台边缘的拗陷带和褶皱带以及地台内部的深大断裂带附近地区。

根据中国大陆45 km深度的地震层析成象资料[5]，重要夕卡岩金矿床集中区恰恰位于上地幔异常区。大约75%的夕卡岩金矿床产于局部的地幔柱。这一情况十分有意义，因为在这些上地幔异常区，还有白云鄂博超大型铁-稀土矿床、德兴特大型铜矿床以及胶东地区的大型金矿床等分布。这说明，金、铜等矿质与上地幔异常区紧密相关。

2 含金夕卡岩的地层岩性控制

含金夕卡岩的围岩从前寒武纪到三叠纪都有，包括中上元古宙白云质大理岩（辽宁华铜、河南银家沟）、寒武纪灰岩和页岩（山东沂南）、白云质灰岩（安徽前常）、上泥盆统白云质大理岩（青海肯德可克）、石炭-二叠纪灰岩、白云质灰岩和砂岩（安徽马山和新桥）和三叠纪灰岩或白云质灰岩（湖北铜绿山，鸡冠咀、鸡笼山等）。其中最重要的控制含金夕卡岩的地层为石炭-二叠系和三叠系。

3 有关侵入岩特征

与成矿有关的侵入岩主要为燕山期（174×10^6～107×10^6 a），西北和东北地区少数与夕卡岩金矿床有关的岩体为华力西期（249×10^6 a）或印支期（226×10^6～192×10^6 a）。

根据国际地科联（IUGS）火成岩分类学分委会（Streckeisen，1976）推荐的命名方案，极大多数岩石为花岗闪长岩、石英二长闪长岩、石英二长岩、二长花岗岩及其浅成相，只有少数是石英闪长岩和二长闪长岩（图2），其中花岗闪长斑岩和石英二长闪长斑岩最重要。

侵入体主要呈中小型岩株或较大岩体边缘的岩舌状产出。多数岩石具有斑状结构，斑晶一般为角闪石和斜长石。云英岩化现象在岩体中缺失。因此，岩体的侵位深度相对较浅。岩体多为复式侵入杂岩体，具有较长的演化史，并显示清楚的岩相分带。

这些岩石的$^{87}Sr/^{86}Sr$初始化值为0.7046～0.708。采用内插法估算结果，幔源物质含量可达14.3%～79.1%。其中独立夕卡岩金矿床有关岩浆岩的幔源物质含量比伴生夕卡岩金矿床明显要高，为42.9%～79.1%（表1）。侵入岩的稀土元素分布模式属于轻稀土富集型。它们的球粒陨石标准化稀土配分模式显示出较平滑的右倾曲线，Eu异常不明显，和夕卡岩铁、铜矿床有关的曲线相似[7,9]。上述资料表明，岩浆主要来源于上地幔，并可能有部分硅铝质壳源物质混入，属于幔壳混源型。

4 共生矿床和矿化分带

夕卡岩金矿床在成因上可以和斑岩铜矿床、斑岩金矿床、夕卡岩铁、铜、铅锌、锡矿床以及热液交代型多金属矿床（脉）等共生。因此，在许多金矿田或金矿床中，往往有上述的其中几个不同类型矿床同时出现。它们在时、空、成因上有着密切的联系，构成一定的矿床成矿系列，并往往呈现出明显的分带性。这种矿化分带现象可以作为寻找隐伏矿床的重要标

维普资讯 http://www.cqvip.com

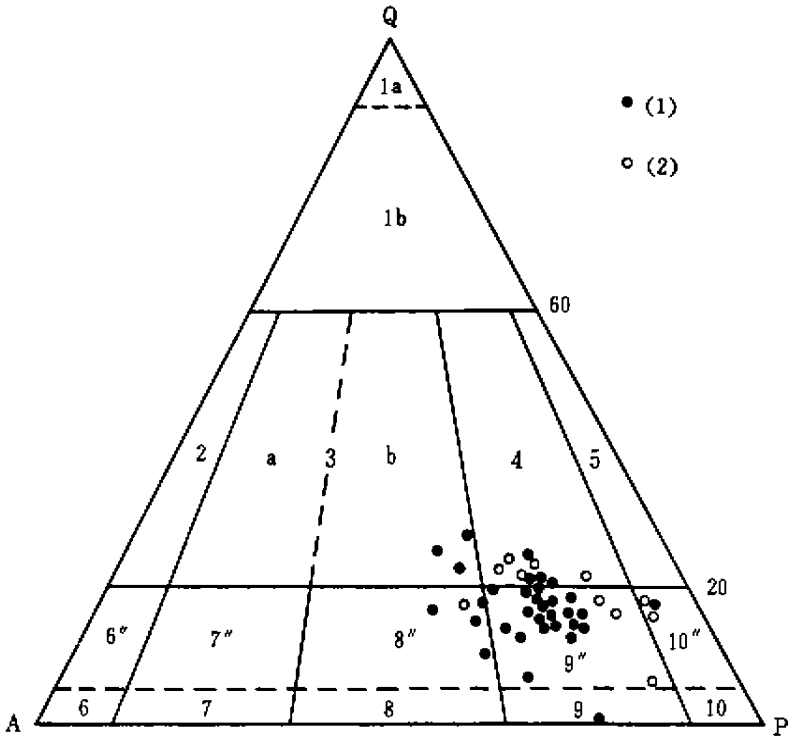


图 2 与夕卡岩金矿床有关侵入岩 QAP 图解分类和命名

(据 Streckeisen，1976)

Q—石英；A—碱性长石；P—斜长石；1a—硅英岩；1b—富石英花岗岩类；2—碱长花岗岩；3a—钾长花岗岩；3b—二长花岗岩；4—花岗闪长岩；5—英云闪长岩；6—碱长正长岩；7—正长岩；8—二长岩；9—二长闪长岩；10—闪长岩；6″—石英碱长正长岩；7″—石英正长岩；8″—石英二长岩；9″—石英二长闪长岩；10″—石英闪长岩；(1)—独立夕卡岩金矿床；(2)伴生金夕卡岩矿床

Fig. 2. Diagram showing classification of intrusive rocks related to some major gold skarn deposits.
(1)—Independent gold skarn deposit; (2)—Associated gold skarn deposit; Q—Quartz; A—Alkali feldspar; P—Plagioclase; 1a—Quartzolite; 1b—Quartz-rich granitoid; 2—Alkali feldspar; 3a—Syenogranite; 3b—Monzogranite; 4—Granodiorite; 5—Tonalite; 6—Alkali feldspar syenite; 7—Syenite; 8—Monzonite; 9—Monzodiorite; 10—Diorite; 6″—Quartz alkari syenite; 7″—Quartz syenite; 8″—Quartz monzonite; 9″—Quartz monzodiorite; 10″—Quartz diorite.

表 1 某些与含金夕卡岩矿床有关侵入岩的$^{87}Sr/^{86}Sr$比值（I_0）、年龄值（t）及幔源物质含量

Table 1. $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratios (I_0), ages (t) and mantle material content of intrusive rocks related to some auriferous skarn deposits

矿区或岩体名称	岩 性	I_0	t/ (10^6a)	幔源物质含量② (%)	资料来源
湖北阳新岩体①	石英正长闪长岩	0.7046	153.2	79.1	鄂东南地质队
湖北阳新岩体①	石英正长闪长岩	0.7051	157	68.1	
湖北铜山口	花岗闪长斑岩	0.7063	183.3	45.2	
湖北封山洞	花岗闪长岩	0.7073	138.0	28.0	
安徽铜官山	闪长岩	0.7080	150.0	14.3	安徽 321 地质队
安徽凤凰山	花岗闪长岩	0.7070	133.0	32.6	
安徽武山	花岗闪长斑岩	0.7069	140.1	35.7	赣西北地质队
山东沂南①	石英闪长玢岩	0.7049	126.6	74.4	赵一鸣等，1992
湖南水口山①	花岗闪长岩	0.7067	106～149	42.9	黄日明等，1982

①独立含金夕卡岩矿床或主要与独立含金夕卡岩矿床有关的岩体；②据吴利仁(1985)表示各种类型花岗岩类的($^{87}Sr/^{86}Sr$)、年龄和岩浆源区的关系图，用内插法计算

维普资讯 http://www.cqvip.com

志之一。现例举几个重要夕卡岩金矿床的矿化分带实例说明之。

4.1 鸡冠咀金（铜）矿床分带

这是近几年来发现的一个大型夕卡岩金矿床，位于湖北省大冶县，成矿的构造环境为地台边缘拗褶带。矿体赋存于石英二长闪长斑岩和下三叠统白云质大理岩的接触带及其邻近碳酸盐围岩中。

在矿田内至少存在三种矿床类型，在空间上显示清楚的分带性：内接触带为斑岩型铜矿或钼矿化；石英二长闪长斑岩和白云质大理岩的接触带为夕卡岩金、铜矿；近接触带的碳酸盐围岩层间破碎带中，有热液交代型金矿体产出（图3）。

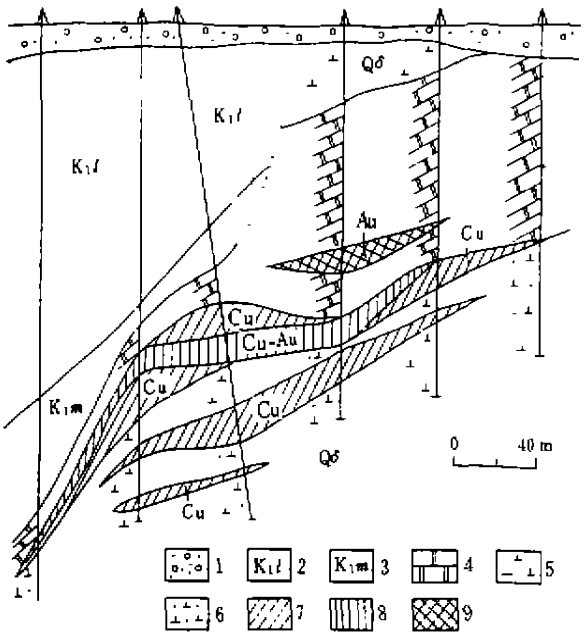


图3 湖北鸡冠咀夕卡岩金矿床18线地质剖面

（据鄂东南地质队，1989）

1—第四系；2—下白垩统安玄岩；3—下白垩统火山沉积角砾岩；4—下三叠统大理岩、白云质大理岩；5—石英闪长岩；6—蚀变石英闪长岩；7—铜矿床；8—铜-金矿体；9—金矿体

Fig. 3. Schematic geological section along No. 18 line of the Jiguanzui gold skarn deposit, Hubei Province.

1—Quaternary regolith; 2—Lower Cretaceous andesitic basalt; 3—Lower Cretaceous volcanic sedimentary breccia; 4—Lower Triassic marble or dolomitic marble; 5—Quartz diorite; 6—Altered quartz diorite; 7—Copper orebody; 8—Copper-gold orebody; 9—Gold orebody.

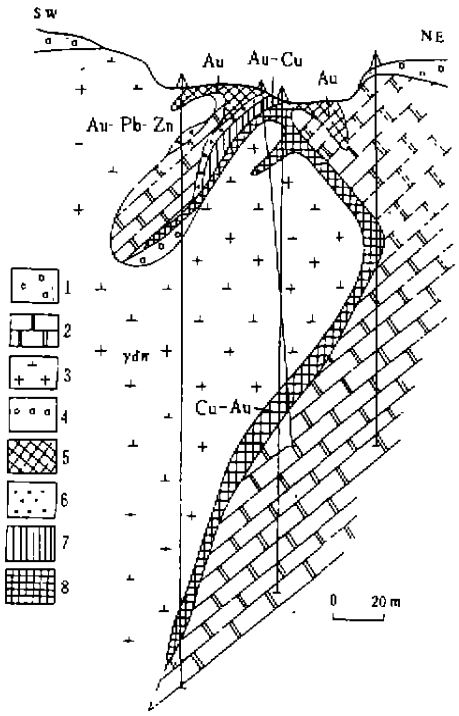


图4 湖北鸡笼山夕卡岩金矿床垂直矿化分带地质剖面

（据中南冶金地勘局604队资料）

1—第四系浮土；2—白云质大理岩和大理岩；3—花岗闪长斑岩；4—夕卡岩；5—金矿体；6—金-铅-锌矿体；7—金-铜矿体；8—铜-金矿体

Fig. 4. Geological section of the Jilongshan gold skarn deposit, showing vertical metallic zoning.

1—Quaternary regolith; 2—Dolomitic marble and marble; 3—Granodiorite porphyry; 4—Skarn; 5—Gold orebody; 6—Gold-lead-zinc orebody; 7—Gold-copper orebody; 8—Copper-gold orebody.

维普资讯 http://www.cqvip.com

4.2 鸡笼山金（铜）-多金属矿床的分带

该矿床位于湖北省阳新县，是近年来发现的一个大型夕卡岩金矿床。成矿地质环境和鸡冠咀矿区相似。有关侵入岩为燕山期（$138\times10^6\sim113\times10^6$ a）花岗闪长斑岩，次为石英二长闪长斑岩。夕卡岩金（铜）矿体主要产于侵入体与中三叠统碳酸盐围岩的接触带。

矿区内矿化垂直分带和水平分带均较明显：在深部接触带，主要有夕卡岩金矿体或金-铜矿体产出，而在上部接触带则出现热液交代型金矿体或金-多金属矿床，从而显示出清楚的矿化垂直分带（图 4）。矿化分带在地表采矿坑中也很明显。在紧挨花岗闪长斑岩接触带，有夕卡岩金-铜矿体产出，但在外接触带的角砾状大理岩中则出现热液交代型金或金-多金属矿体（图 5）。在多金属矿石中，金可与闪锌矿、方铅矿或雌黄、雄黄共生。含金硫化物矿化呈网脉状交代，大理岩遭构造破碎，形成角砾岩矿化带。

4.3 华铜金-铜（铁）矿床的分带

矿区位于辽东半岛西部。成矿地质构造环境为地台边缘拗陷带。矿体产于燕山期（160×10^6 a）斑状石英二长岩和元古代白云质大理岩的接触带呈透镜状、脉状和不规则囊状产出。

交代分带在矿区中十分清楚：在斑状石英二长岩和白云质大理岩接触带的镁夕卡岩中有含铜磁铁矿矿体产出；而在靠近斑状二长花岗岩小岩株附近的外接触带白云质大理岩中则出现钙夕卡岩金矿体（图 6）。

4.4 新桥铜-硫-金矿床的分带

矿区位于安徽省铜陵市。成矿地质环境为地台边缘拗陷带。控矿围岩为中上石炭统白云质灰岩和灰岩。有关侵入岩为石英闪长岩、闪长岩和闪长玢岩，呈岩株状产出。矿体呈似层状、透镜状，受外接触带层间断层带控制。

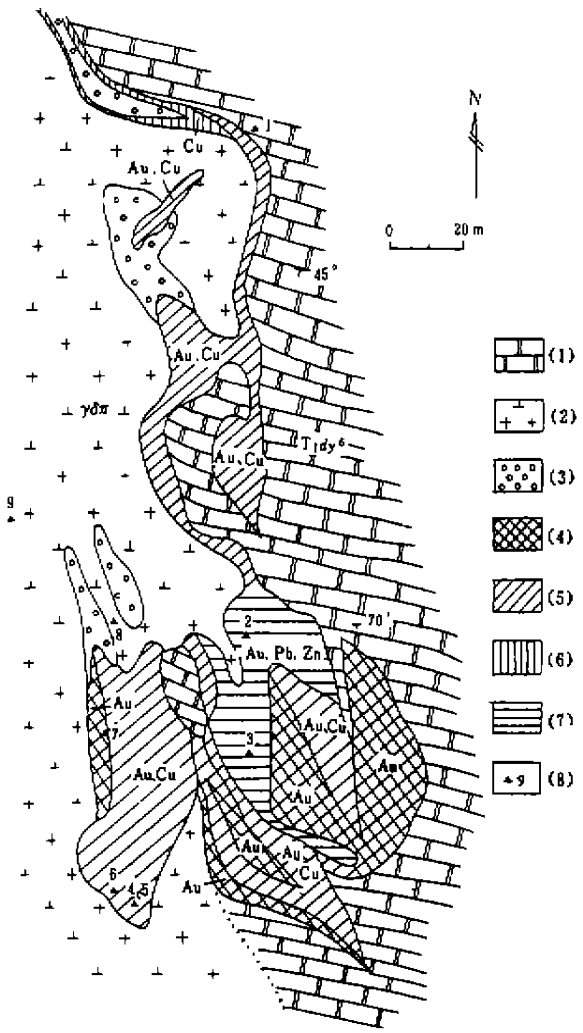


图 5 湖北鸡笼山夕卡岩矿床 I 号矿坑矿化分带略图

(1) —大理岩；(2) —花岗闪长斑岩；(3) —钙夕卡岩；(4) —金矿体；(5) —金-铜矿体；(6) —铜矿体；(7) —金-铅-锌（砷）矿体；(8) —采样地点

Fig. 5. Schematic geological map showing metallic zoning of No. 1 mining gallery in the Jilongshan gold skarn deposit, Hubei Province.

(1) —Marble; (2) —Granodiorite porphyry; (3) —Calcic skarn; (4) —Gold orebody; (5) —Gold-copper orebody; (6) —Copper orebody; (7) —Gold-lead-zinc (arsenic) orebody; (8) —Sampling locality.

围绕石英闪长岩株，矿化的水平分带现象非常清楚。从石英闪长岩向碳酸盐围岩方向依次出现磁铁矿化带→黄铁矿-黄铜矿化带→含金方铅矿-闪锌矿矿化带。

综上所述，夕卡岩金矿床矿化分带序列可大致概括如下：Fe（Cu）→Cu（Mo）→Cu，Au→Au→Au，Pb，Zn。矿化有从高温向中（低）温演化的趋势。

从矿床共生分析（矿床成矿系列）的角度看，含金夕卡岩矿床可大致划分以下两类矿床共生组合：

（1）岩体中的细脉浸染型金矿化（斑岩型）＋夕卡岩中的金矿化（夕卡岩型）±围岩中的热液脉状矿化。矿床实例如山东沂南、吉林兰家和河北寿王坟等。

（2）夕卡岩中的金矿化（夕卡岩型）＋大理岩中的热液金矿交代脉或网脉体（热液交代型）±岩体中的细脉浸染型铜（钼）矿化（斑岩型）。其矿床实例如湖北鸡冠咀、鸡笼山和安徽天鹅抱蛋山等。

上述含金夕卡岩矿床的矿床共生组合特征，值得今后在金矿普查工作中加以重视。

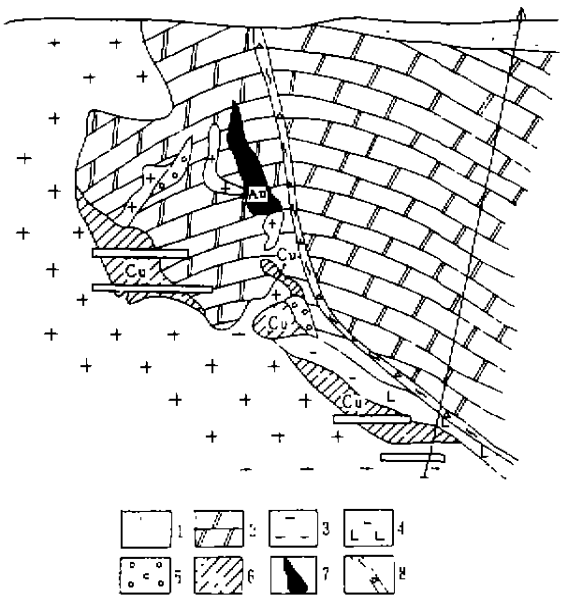


图6 辽宁华铜金-铜矿地质剖面

（据高永勤等，1985）

1—第四系浮土；2—白云质大理岩；3—斑状花岗岩；4—长英质角岩；5—钙夕卡岩；6—镁夕卡岩中的含铜磁铁矿矿体；7—含金钙夕卡岩；8—破碎带

Fig. 6. Schematic geological section of the Huatong gold-copper deposit, Liaoning Province.

1—Quaternary; 2—Dolomitic marble; 3—Porphyritic granite; 4—Felsic hornfels; 5—Calcic skarn; 6—Cupreous magnetite orebody in magnesian skarn; 7—Gold-bearing calcic skarn; 8—Shatter zone.

5 含金夕卡岩矿床的金属矿物

在矿石中，金主要以自然金、银金矿和金银矿的形式存在。伴生的金属矿物一般有黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、磁黄铁矿、毒砂、闪锌矿、方铅矿、磁铁矿、辉钼矿、辉钴矿等，偶有雄黄和雌黄（鸡笼山）产出。其中黄铜矿是最常见硫化物，次为黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、闪锌矿和磁铁矿。在许多夕卡岩金矿床中发现有碲化物、铋化物和硒化物，包括碲铋矿、碲金银矿、碲银矿、辉锑铋矿、叶碲铋矿、辉铋矿、自然铋、红硒铜矿、硒铋银矿，硫铋铜矿等。因此，夕卡岩金矿床中常富集Cu、S、As、Bi、Te、Ag、Pb、Zn、Co、Se等元素，成为重要的地球化学找矿标志。

维普资讯 http://www.cqvip.com

6 含金夕卡岩和有关热液交代岩

含金夕卡岩可以是钙夕卡岩或镁夕卡岩，但以钙夕卡岩为主。含金镁夕卡岩的围岩为白云质大理岩，在成因上多数为岩浆期后镁夕卡岩，组成矿物可能有透辉石、镁橄榄石、金云母、透闪石、硅镁石族等。

含金钙夕卡岩的围岩主要为灰岩或大理岩，组成矿物可能有透辉石-钙铁辉石系列、钙铝榴石-钙铁榴石系列、硅灰石、符山石和方柱石等。在辉石中锰钙辉石分子含量很低（图 7）。对我国不同类型夕卡岩矿床中共生的单斜辉石和石榴石成分进行系统研究表明，在含金夕卡

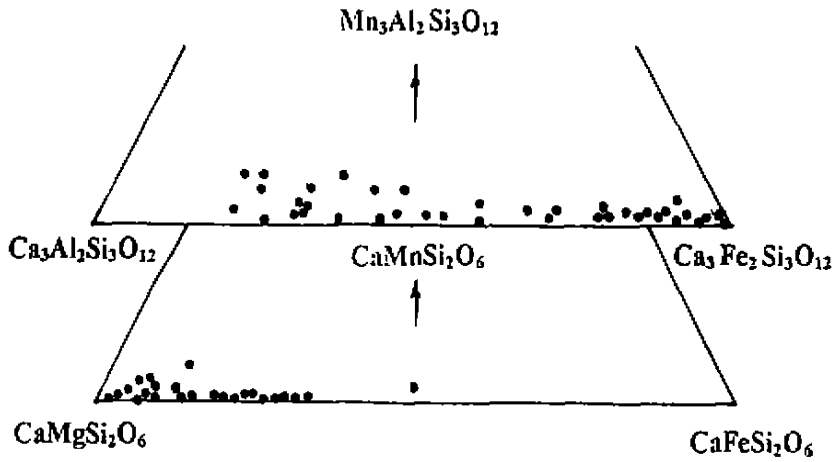


图 7 主要夕卡岩金矿床中石榴石和辉石成分三角图

Fig. 7. Garnet and pyroxene constituents in major gold skarn deposits.

岩中共生的辉石多数为透辉石，而石榴石则为钙铁榴石，局部为透辉石和钙铝榴石共生。这说明，富金夕卡岩主要是在较高氧逸度和较低酸度条件下形成的。在夕卡岩铅锌矿床中，辉石主要为锰钙铁辉石或锰钙辉石；而在夕卡岩锡和钨矿床中主要是钙铁辉石和钙铝榴石或过渡型石榴石共生，表明夕卡岩化溶液处于较低氧逸度和较高的酸度条件[7~9]。

在含金夕卡岩的内接触带钾质交代现象十分发育。岩浆岩常被钾长石交代岩或石英-钾长石交代岩所交代。夕卡岩及其邻近的围岩常遭受强烈的退化热液蚀变作用，发生诸如绿帘石化、阳起石化、硅化、绿泥石化、碳酸盐化、蛇纹石化、绢云母化等，形成各类热液交代岩，按成分大致相当于青磐岩、黄铁绢英岩，滑石-菱镁片岩和硅质交代岩等，并伴生铁、铜、金和多金属矿化。

对一些重要含金夕卡岩的流体包裹体研究表明，含金夕卡岩矿物的均一温度为 690～415 ℃，而形成于酸性淋滤阶段的夕卡岩期后热液交代矿物的均一温度为 430～166 ℃。金的沉淀温度大致为 300～200 ℃。这就是说，金矿物主要是在石英-硫化物阶段中晚期形成的。

维普资讯 http://www.cqvip.com

6 结 论

(1) 夕卡岩金矿床是中国的重要金矿类型之一，大多与夕卡岩铜（铁）矿床共生。

(2) 它们主要分布于我国东部，特别是在长江中下游地区，那里恰是局部的上地幔隆起区。其有利的构造环境为地台边缘的拗陷带和褶皱带以及地台内部的深大断裂附近地区。

(3) 与成矿有关的侵入岩主要属钙碱性中酸性浅成侵入岩，属幔壳混合型。其时代大多为燕山期。

(4) 夕卡岩金矿床常显示清楚的矿化分带，总的分带序列为：Fe (Cu) →Cu (Mo) →Cu、Au→Au→Au、Pb、Zn。它可以作为一个重要的找矿标志。

(5) 对含金夕卡岩金属矿物共生组合的研究表明，Cu、Au、As、Te、Bi、Co、Pb、Zn、Ag 等为较富集的金属元素，可作为重要的地球化学找矿标志。

(6) 含金夕卡岩既可是钙夕卡岩，又可是镁夕卡岩，但以前者为主，主要形成于相对较高的氧逸度和较低的酸度条件。金矿物的沉淀主要是在石英-硫化物阶段的中晚期。

本项研究得到国家自然科学基金的资助。在野外调研过程中，得到湖北地矿局鄂东南地质大队、阳新鸡笼山金矿山、安徽地矿局 321 地质队、天鹅抱蛋金矿山、朝山金矿山和山东沂南金矿山等有关领导和同志的热情帮助。附图由王新清和刘金凤清绘。作者对此表示衷心的感谢。

参 考 文 献

1 刘福田，曲克信，吴华等. 中国大陆及其邻近地区的地震层析成象. 地球物理学报，1989，32 (3)：281～291

2 许文渊. 共生金矿床及其某些特点. 矿产与地质，1992，6 (1)：1～8

3 汪国栋. 富金夕卡岩型矿床成矿规律及其找金的研讨. 贵金属地质，1988，(1～2)：51～70

4 吴利仁. 中国东部中生代花岗岩类. 岩石学报，1985，2 (1)：1～10

5 陈衍景. 中国夕卡岩型金矿床的勘查进展和方向. 地质与勘探，1996，32 (4)：9～14

6 张汉军. 甘肃黑虎山夕卡岩型金-铜矿床地质特征及找矿意义. 西北地质，1990，(2)

7 赵一鸣，林文蔚，毕承思等. 中国夕卡岩矿床. 北京：地质出版社，1990

8 赵一鸣，林文蔚，张德全等. 交代成矿作用及其找矿意义——几个重要含矿交代建造的研究. 北京：科学技术出版社，1992

9 赵一鸣. 含金夕卡岩的地质地球化学标志. 见：中国地质学会矿床地质专业委员会编：第五届全国矿床会议论文集. 北京：地质出版社，1993，307～309

10 赵斌. 中国主要夕卡岩及夕卡岩型矿床. 北京：科学出版社，1989

11 黄亚南. 鸡笼山式共生金矿床成矿规律. 地质与勘探，1993，(6)：19～26

12 高永勤，赵智全. 华铜矿区的金矿体赋存规律. 第一届全国矿山地质学术会议论文选集，北京：冶金工业出版社，1985

13 高学兑. 湖南水口山金矿床地质特征. 矿产与地质，1989，3 (2)

14 翟裕生，姚书振，林新多等. 长江中下游地区铁铜（金）成矿规律. 北京：地质出版社，1992

15 戴瑞镕，刘成刚. 新桥铜硫铁矿床金的赋存状态及分布规律. 地质论评，1984，3 (2)：126～134

16 Ettlinger A D，Ray G E. Precious metal enriched skarns in British Columbia，an overview and geological study. Victoria，British Columbia，Canada，1989

17 Meinert L D. Gold in skarn deposits priliminary oveview. Procceding of the Seventh Quadrennial IAGOD Symposium.

维普资讯 http://www.cqvip.com

E. Schwezerbartishe Verlagsbuchhandlung, stuttgat, 1988

18 Meinert L D. Gold skarn deposits-geology and exploration criteria. Econ. Geol. in Monograph 6. The Geology of Gold Deposits, 1988, 537～5552

19 Ray G E. West coast skarns. The Northern Mine Magazine, 1990, 22～27

20 Theodore G et al. Gold-bearing skarns. U. S. Geological Survey Bulletin 1930, Washington, 1991

21 Torrey C E et al. Geology and mineralization of Red Dome gold skarn deposit, North Queensland, Australia. In: "Gold" 86, An International Symposium on the Geology of Gold Deposits, Droe, 1986, 504～517

22 Wang Dawei, Zhang Shugen, Chenjian. Associated gold in polymetallic sulfide skarn deposit in eastern China. Journal of centre-south Institute Min. Metall., 1990, 21 (4): 339～351

23 Коробейников А Ф. Закономерности формирования месторождений золото-скарновой формации. В кн. "Скарны и руды", Издат. "Наука". Сибирское отделение, Новосибирск, 1983, 50～55

24 Кургаьков В П и др. О некоторых аспектах золотоорудения контактово-метасоматических железорудных месторожений юга-Красноярского края. В кн. "Скарны и руды", Издат. "Наука", Сибирское отдалние, Новосибирск, 1983, 62～66

THE DISTRIBUTION AND GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AURIFEROUS SKARN DEPOSITS IN CHINA

Zhao Yiming, Lin Wenwei, Bi Chengsi and Zhang Yinan

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037)

Key words: skarn gold deposit, distribution, geological characteristic. zonality, China

Abstract

In the past decade, progress has been made in the exploration of gold skarn deposits in China and some large deposits have been discovered, such as Jiguanzui and Jilingshan in Hubei Province and Xinqiao in Anhui Province. The reserves of gold skarn deposits account for about 20% of the total gold reserves in China, indicating that auriferous skarn deposits now constitute one of the major types of gold deposits in China.

Gold skarn deposits may be further divided into two subtypes: independent gold skarn deposits and associated gold skarn deposits. They are mainly distributed in the eastern part of China, especially in the middle-lower reaches of the Yangtze River, and are usually associated with copper (iron or polymetal) skarn deposits. Their favorable tectonic settings are depressions and fold belts of platform margins as well as areas near deep faults within the platform.

The related intrusives are chiefly calc-alkaline diorite, quartz diorite, quartz monzodiorite, granodiorite, monzogranite, and rocks of their hypabyssal facies. Most of them are of Yanshanian age. According to the strontium and oxygen isotope data and REE distribution patterns of some major gold skarn deposits, the magma of related intrusives mainly came from the upper mantle, and might have been contaminated by silicic crustal materials.

The auriferous skarn may be calcic or magnesian, the former being predominant. On the

维普资讯 http://www.cqvip.com

skarns and their adjacent wall rocks are usually superimposed strong retrograde hydrothermal alterations, such as epidotization, actinolitization, silicification, chloritization, carbonatization, serpentinization, sericitization and talcization, which are usually associated with Au, Cu, Fe, Mo, Pb and Zn mineralization, showing distinct metasomatic zoning. The zonality of the major gold skarn deposits is Fe (Cu) →Cu (Mo) →Cu, Au→Au→Au, Pb, Zn.

In many deposits, tellurides, bismuthids and selenides are identified. Therefore, Cu, Au, As, Te, Bi, Co, Zn, Pb and Ag are more specific metallic elements in gold skarn deposits and are referred to as important geochemical ore-searching indicators.

The study of fluid inclusions and the compositions of coexisting pyroxenes and garnets suggest that auriferous skarns were formed by solutions with rather high oxygen fugacity and lower acidity.

书刊简介

《成矿构造地球化学》简介

构造地球化学是60年代初在中国地质学术界出现和逐步发展起来的一门新兴的边缘学科。成矿构造地球化学则是构造地球化学的一个主要组成部分和重要的分支学科。

书中以构造应力场理论和成矿耗散结构理论作为理论基础，对以下几方面进行了较深入的探讨：1. 对应力矿物学的研究，在王嘉荫教授（1978）研究成果的基础上，将应力矿物划分为应力改造矿物和应力建造矿物两大类；2. 在成矿构造地球化学理论方面探讨了构造应力场地球化学域成矿机制；3. 以断裂成矿构造地球化学为重点，系统论述了韧性剪切带的成矿和控矿作用。对韧性剪切带型矿床进行了分类：①按矿种的分类，可分为韧性剪切带型金矿床，韧性剪切带型银和铅锌矿床，韧性剪切改造型铁矿；②韧性剪切带型金矿按产出地质背景的分类；③金矿成矿作用与韧性剪切变形-变质作用的时间关系和成因联系的分类；④韧性剪切带型金矿按动力成矿作用的分类。

“成矿构造地球化学模拟实验”把理论研究、地质科学考察同实验研究结合起来，以增强成矿构造地球化学研究的科学性和实践性。

书中最后两章是找矿构造地球化学原理和找矿构造地球化学工作方法与应用，使成矿构造地球化学的理论研究与找矿勘探生产实践结合起来，努力使理论研究指导生产实践，理论研究为生产实践服务，推动找矿勘查工作的科学化。

该书内容新颖，资料丰富，书中资料多为作者多年从事科研和教学实践的积累。该书对从事矿床地质、成矿构造、地球化学勘查及地质找矿人员、地质院校师生有重要参考价值。需要该书的读者，可与本编辑部联系。

《矿床地质》编辑部供稿