

文章编号:0258-7106 (2001) 02-0153-10

我国含银夕卡岩矿床的分布和地质特征*

赵一鸣 李大新 毕承思

董永观

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037) (中国地质调查局南京地质矿产研究所, 南京 210016)

提 要 含银夕卡岩矿床在我国银矿床中占有重要位置, 它们主要分布于南岭、长江中下游、华北地台北缘和东南沿海等一些重要褶皱带中, 其控矿地层较多, 其中以石炭—二叠系最重要。与成矿有关的岩浆岩为燕山期壳源重熔型中酸性和酸性浅成侵入岩, 次为华力西期和印支期。Ag(Pb, Zn)矿化与锰质夕卡岩紧密伴生, 往往产于离岩体接触带有一定距离的碳酸盐岩围岩中, 并常与含 Fe, Cu, Au, W, Sn 钙(镁)夕卡岩构成明显的交代矿化分带, 成为重要的找矿标志。

关键词 夕卡岩银矿床 分布 地质特征 中国

中图法分类号: P618.52; **文献标识码:** A

银是我国重要的紧缺矿种之一。夕卡岩银矿以往不被人重视, 以致在大多数矿床学教科书和专著中, 均未把它作为一个独立的矿床类型划分出来。但在我国、美国和墨西哥等国家的银矿床中, 它占有重要位置。根据最近我国银矿床探明储量统计结果, 夕卡岩银矿床中银的储量竟占全国银矿床探明总储量的 22.12%。

我国的夕卡岩银矿床可大致分为共生夕卡岩银矿床和伴生夕卡岩银矿床两类。共生夕卡岩银矿床是指和 Pb, Zn(Cu, W, Sn)等金属矿化共生, 银平均品位大于 80 g/t 的矿床。伴生夕卡岩银矿床是指夕卡岩 Pb, Zn(Cu, W, Sn, Fe, Au)矿床中伴生 Ag, 其品位小于 80 g/t 者。实际上, 不少大中型夕卡岩银多金属矿床的 Ag 平均品位大于 150 g/t, 因此, 即使不考虑与其伴生的其他金属矿化, Ag 本身就构成可独立开采的矿床^①。

本文着重讨论共生夕卡岩银矿床。

1 分 布

我国已知的含银夕卡岩矿床主要分布在东部地区, 少数分布在西部的青海、甘肃、新疆、云南和西藏等地(图 1)。可大致划分为以下 6 个重要成矿带,

即: ①长江中下游成矿带; ②南岭成矿带; ③东南沿海成矿带; ④华北地台北缘中段成矿带; ⑤西秦岭成矿带; ⑥大兴安岭中南段成矿带。

表 1 列出了上述 6 个含银夕卡岩矿床成矿带的银储量, 大地构造位置和大、中型矿床数目。不难看出, 上述 6 个成矿带中以长江中下游和南岭成矿带最重要, 下面着重对长江中下游和南岭两个成矿带的地质特征进行介绍。

1.1 长江中下游成矿带

长江中下游地区不仅是我国重要的铁铜金成矿带, 而且也是最重要的含银夕卡岩矿床成矿带。已知该区分布有大型含银夕卡岩矿床 3 处、中型 14 处, 探明银储量达 1.35 万吨, 占全国夕卡岩银矿总储量的 34.6%。但在该成矿带中的银矿大多属夕卡岩 Cu(Au, Fe)矿床中的伴生银矿床, Ag 品位较低, 一般介于 7~27 g/t。只有安徽贵池许桥、黄山岭和江苏吴县遇里、吴宅、小茅山等矿床属共生夕卡岩银矿, Ag 平均品位可超过 80 g/t。

该成矿带属于扬子台褶带, 位于扬子准地台的东北端, 靠近中朝准地台东南部, 为一向南突出的弧形断裂拗陷带。含银夕卡岩矿床大致沿长江分布, 西起湖北大冶, 东经江西九江、安徽铜陵、江苏镇江, 直至苏州一带。

* 本文为国家自然科学基金资助项目(编号:40073016)的部分成果

第一作者简介 赵一鸣, 男, 1934 年生, 研究员, 博士生导师, 矿床学专业, 长期从事夕卡岩矿床的研究工作。

收稿日期 2000-10-12; 改回日期 2001-01-16。李 岩编辑。

① 有关伴生银矿、共生银矿和独立银矿的银品位界限, 主要参考了康永孚 1990 年为“中国银矿”所作的序, 王静纯等(1992)编写的“中国银矿”, 全国矿产储量委员会办公室(1972 和 1987)编写的“矿产工业要求参考手册”以及白鸽研究员作了有益讨论后确定的。

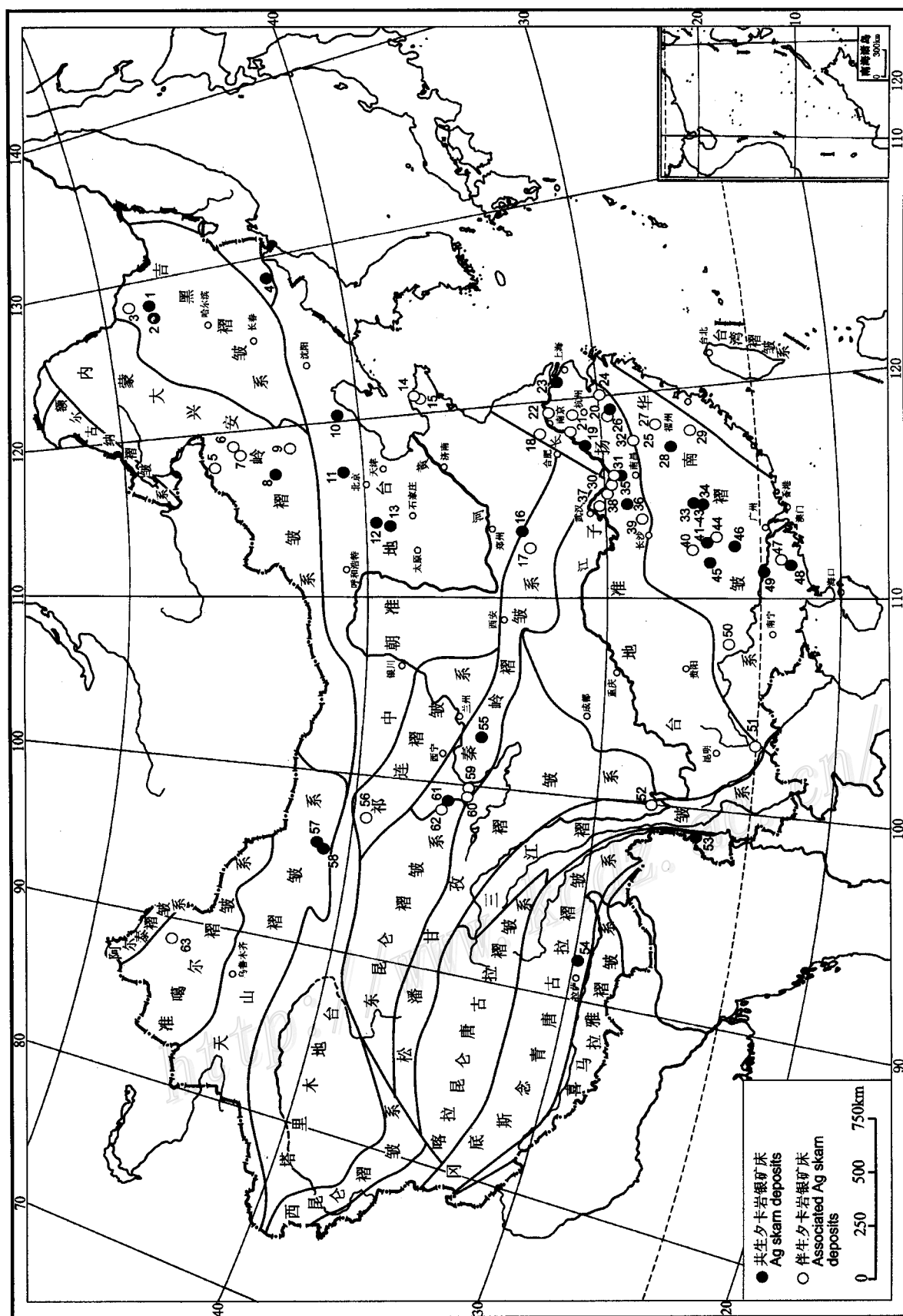


图 1 中国含银夕卡岩矿床分布略图

Fig. 1 Geological sketch map showing distribution of silver-bearing skarn deposits in China

表1 我国几个重要含银夕卡岩矿床成矿带

Table 1 Some major Ag-bearing skarn metallogenic belts in China

编号	成矿带名称	银储量/t	占全国夕卡岩银 储量的百分比/%	大地构造位置	大型矿床数	中型矿床数
1	长江中下游	13 502	34.6	下扬子台褶带	3	14
2	南岭	8 091	20.8	赣湘桂粤褶皱带	1	9
3	东南沿海	3 365	8.6	华南褶皱系和东南沿海褶皱系过渡带	0	6
4	西秦岭	2 990	7.7	南秦岭地槽褶皱带	1	2
5	华北地台北缘中段	2 848	7.3	华北地台北缘山西台隆和燕山台褶带	1	2
6	大兴安岭中南段	1 811	4.6	内蒙大兴安岭褶皱系	1	2

本区岩浆活动以燕山期钙碱系列的中酸性侵入岩为主,包括闪长岩、闪长玢岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、花岗岩和花岗斑岩等。容矿围岩有奥陶纪灰岩、石炭—二叠纪灰岩、白云质灰岩和中下三叠统灰岩、白云质灰岩。矿体多呈似层状、透镜状产出,银通常和夕卡岩铅锌矿化伴生。

1.2 南岭成矿带

南岭地区是仅次于长江中下游的重要含银夕卡岩成矿带,这里已探明大型矿床1个,中型矿床9个,银储量达8 091 t,占全国夕卡岩银矿储量的20.8%。本区也是我国最重要的W, Sn, Pb, Zn和稀有金属成矿带。

南岭地区处于华南加里东褶皱系的赣湘桂粤褶皱带、华夏褶皱带和云开褶皱带的北部。中生代前以东西向构造为主的古亚洲构造格架和中生代以来的南北向、北东向和北西向构造的复合叠加,构成本区的“米”字型区域构造格局,为燕山期岩浆侵位和含矿流体的活动提供了良好的构造条件。

本区含银夕卡岩多金属矿床的围岩有寒武系、奥陶系、泥盆系和石炭—二叠系等,其岩性为灰岩、白云质灰岩和砂页岩。与成矿有关的岩浆岩为燕山期花岗闪长(斑)岩、花岗岩、花岗斑岩和石英斑岩等。矿体一般呈似层状、透镜状或脉状产于花岗岩类侵入体与碳酸盐岩的外接触带。Ag, Pb, Zn矿化常和W, Sn, Cu, Bi, Ag等矿化伴生,在一些重要矿床(田)中,钙夕卡岩型Sn, W矿和锰质夕卡岩型Ag, Pb, Zn矿常共生,并显示明显的分带现象。

从大范围看,南岭成矿带从西向东在矿化组合方面也呈现较明显的分带趋势:在西部桂北地区的拉么等矿区,主要是Sn, Pb-Zn, Ag(Cu)矿化,至中部的湖南黄沙坪、新田岭一带主要是W, Sn, Pb-Zn, Ag矿化,而到赣南的焦里、铅山等矿区则为W, Pb-Zn, Ag矿化。

2 控矿地层时代和围岩岩性

含银夕卡岩的围岩时代从前寒武纪、古生代、中生代到新生代都有,包括中上元古宙白云质大理岩(辽宁八家子、北京银冶岭、山东香奁等),寒武纪灰岩、砂岩、粉砂岩(江西焦里、山西刁泉),奥陶纪灰岩(甘肃花牛山、安徽黄山岭、广西佛子冲等),泥盆纪灰岩、砂岩(湖南铜山岭、广东天堂、黑龙江小西林等),石炭—二叠纪灰岩、白云质灰岩(湖南黄沙坪、内蒙古白音诺、黑龙江二股西山等)、三叠纪灰岩、白云质灰岩(云南个旧、安徽狮子山等)和侏罗纪灰岩(西藏嘉马赤康)。其中,石炭—二叠纪灰岩为最重要的容矿岩石,许多大中型含银夕卡岩矿床受其控制。产于该地层中的含银夕卡岩矿床的银储量占全国探明夕卡岩银矿储量的48.4%。

3 有关岩浆岩特征

与含银夕卡岩矿床有关的岩浆岩为钙碱性、中酸性和酸性的英云闪长岩、石英二长闪长岩、花岗闪长岩、石英二长岩和花岗岩(图2)及其浅成相,往往呈中小型浅成、中浅成侵入岩株。

岩体的时代大多为燕山期(102~193 Ma),在西北地区和黑龙江等地与含银夕卡岩有关的岩体为华力西期(240~267 Ma)或印支期(201~243 Ma),个别岩体可能属喜山期(如西藏嘉马赤康)。

岩石的 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)/w(\text{FeO})$ 比值较低,多为0.09~0.14,反映岩体形成于相对较还原的环境,这与含Au(Cu, Fe)夕卡岩有关岩体的 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)/w(\text{FeO})$ 比值较高(0.56~3.59)有明显的不同,后者形成于相对较氧化的环境(赵一鸣等,1999)。部分岩体的全岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为0.706~0.746;稀土

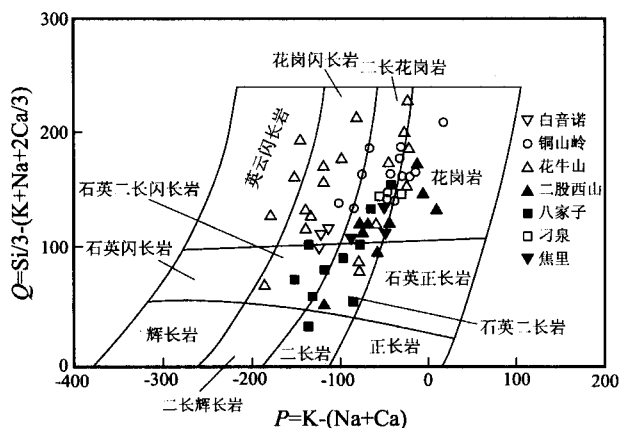


图 2 与含银夕卡岩矿床有关的岩浆岩分类图

图中 Si, K, Na, Ca 为阳离子数。资料来源:白音诺和八家子据本文;铜山岭据王力松,1975;二股西山据黑龙江地质局二队,1974;刁泉据李兆龙等,1999;焦里据江西地矿局赣南地质大队,1989

Fig. 2 Composition of the silver skarn-related igneous rocks

配分模式为轻稀土富集型,球粒陨石标准化曲线呈右倾,具负异常特征,说明岩浆岩属重熔型花岗岩类。部分岩体属同熔型向重熔型过渡的产物。

4 含银锰质夕卡岩

长期以来,对夕卡岩的分类,一直按其矿物成分的不同及其所反映的被交代碳酸盐岩围岩岩性的差别,划分为钙夕卡岩和镁夕卡岩两类(Einaudi et al., 1981; Жариков, 1968)。前者的围岩为灰岩,而后者围岩则为白云岩类。钙夕卡岩主要由钙铁-钙铝系列石榴石、透辉石-钙铁辉石系列辉石、硅灰石和方柱石等组成,而镁夕卡岩的主要组成矿物则为镁橄榄石(或其蚀变产物——蛇纹石)、透辉石、尖晶石和金云母等。

笔者通过对辽宁八家子,福建马坑、大排和内蒙古白音诺等 Pb, Zn, Ag 多金属矿床的研究,曾提出过一个新的含 Pb, Zn, Ag 的锰质夕卡岩建造的意见(赵一鸣等,1983, 1986, 1990, 1997b; Zhao Y, 1991, 1992)。其组成矿物主要有锰钙铁辉石、锰透辉石、锰钙辉石、钙蔷薇辉石、蔷薇辉石(图 3)、锰铝榴石和锰阳起石等,有些矿区还可能有锰橄榄石、锰质透辉石、含锰金云母等,个别矿区还发现有日光榴石。初步研究表明,含 Pb, Zn(Ag) 锰质夕卡岩和含 Ag(Pb, Zn) 锰质夕卡岩的矿物组成是有一定区别的。前者主要由锰钙铁辉石和钙铁榴石组成(如内蒙古白音诺和浩布高),而后者则主要由锰质三斜辉石(钙蔷薇辉石、蔷薇辉石等)、锰铝榴石和锰质阳起石等组成,说明后者的形成时间稍晚,成岩、成矿温度更低一些。由此可见,锰质夕卡岩是评价含 Ag(Pb, Zn) 夕卡岩的重要找矿标志。

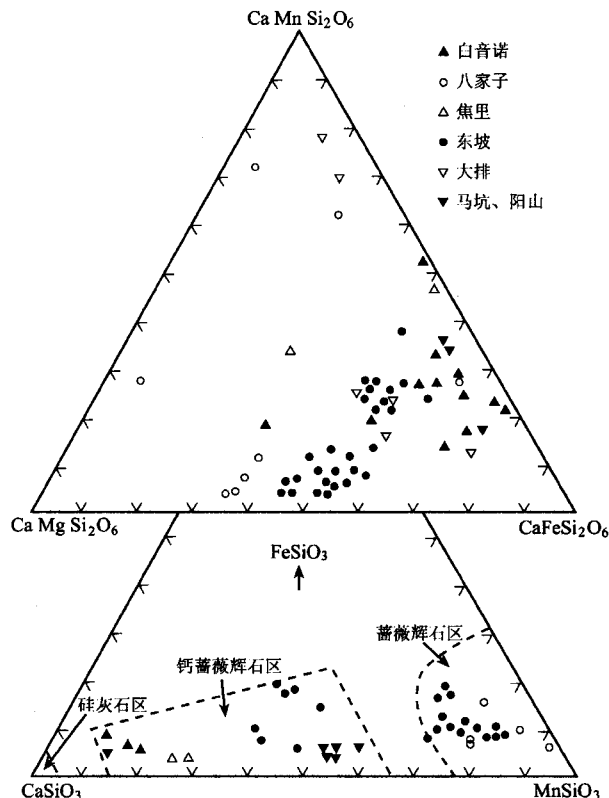


图 3 几个重要夕卡岩银矿床的锰质辉石和锰质似辉石成分三角图

图中 $\text{CaMnSi}_2\text{O}_6$, $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$ 和 CaSiO_3 , MnSiO_3 , FeSiO_3 分别为单斜辉石和三斜辉石的端员分子的摩尔分数。资料来源:白音诺、八家子、大排及马坑、阳山据本文;焦里据江西地矿局赣南地质大队,1989;东坡据毛景文等,1998

Fig. 3 Compositional triangular diagram of manganese-bearing pyroxenes and pyroxenoids in some major Ag-bearing skarn deposits

蔷薇辉石、蔷薇辉石等)、锰铝榴石和锰质阳起石等组成,说明后者的形成时间稍晚,成岩、成矿温度更低一些。由此可见,锰质夕卡岩是评价含 Ag(Pb, Zn) 夕卡岩的重要找矿标志。

应该指出,可能由于目前国内研究程度不够,在许多含 Ag(Pb, Zn) 夕卡岩矿床的地质勘探报告或普查报告中,大多未提及有锰质夕卡岩矿物存在,夕卡岩均被描述为由石榴石、透辉石等矿物组成的钙夕卡岩,只有少数几个矿区提到有含锰夕卡岩矿物存在(李赞春等,1990;毛景文等,1998)。这是在今后工作中需要进一步加以深化研究和注意的问题。

锰质夕卡岩的形成比钙夕卡岩或镁夕卡岩要晚,在野外露头、坑道、手标本或镜下薄片,常见前者呈脉状、团块状交代后者。更多的情况是:伴有

Fe, Cu, Au, W, Sn 等矿化的早期高温钙(或镁)夕卡岩一般产于侵入体和碳酸盐岩围岩的接触带,而伴有 Ag, Pb, Zn 矿化的中温锰质夕卡岩则产于离侵入体有一定距离的外接触带碳酸盐岩中,构成一定的交代矿化分带。流体包裹体测温研究也表明,钙(或镁)夕卡岩的形成温度较高,一般为 450~650℃,而锰质夕卡岩的形成温度则为 200~450℃(赵一鸣, 1997a)。

5 矿体

含银夕卡岩矿化总与铅锌矿化紧密共生,构成同一个矿体,它们常呈透镜状、似层状、脉状或囊状产于侵入体外接触带碳酸盐岩断裂或层间断裂中。矿体长数十米至数百米,厚 1~2 m 至数十米。在许多矿床中 Ag, Pb, Zn 矿体往往和 Fe, Cu, W, Sn 等矿体共生,并在空间上显示出清楚的分带性(见后)。一些重要的含银夕卡岩矿床的地质特征见表 2。

夕卡岩银(铅、锌)矿石的主要金属矿物可能有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿、黄铜矿、硫锰矿、辉铋矿、自然铋、辉银矿、深红银矿、淡红银矿、黑硫银锡矿、辉铜银矿、辉铋银铅矿、银黝铜矿、硫铜银矿、辉锑银矿、碲银矿、硒银矿、银金矿和自然银等,而脉石矿物则有透辉石、锰钙铁辉石、锰透辉石、锰钙辉石、钙蔷薇辉石、锰三斜辉石、蔷薇辉石、锰橄榄石、锰阳起石、含锰金云母、锰透闪石、菱锰矿、锰方解石、石英和绿泥石等。

常见的矿石构造有致密块状、浸染状、斑点状、网脉状和角砾状等。在地表,原生含银硫化物矿石经风化淋滤后可形成蜂窝状、多孔状、皮壳状、土状或粉末状构造。

矿石中交代残留结构普遍存在,表现为晚期锰质夕卡岩矿物和退化热液蚀变矿物交代早期钙夕卡岩或镁夕卡岩矿物,金属硫化物交代各类夕卡岩矿物以及晚期的金属硫化物(如方铅矿、含银矿物和硫酸盐矿物等)交代早期的黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿等。

银的载体矿物主要为方铅矿,各类银矿物均呈微细粒状分布于方铅矿中,其次为闪锌矿、磁黄铁矿和黄铁矿。对部分矿区矿石中硫化物单矿物分析结果表明,银在方铅矿中的含量比矿石银含量富集数十倍,而银在闪锌矿等硫化物中的含量或接近矿石含银量,或低于矿石的含银量。

6 矿化蚀变分带

在许多夕卡岩银多金属矿床中,矿化蚀变分带十分明显,表现为从岩体接触带向围岩碳酸盐岩方向金属矿化的有规律带状分布,与矿化伴生的夕卡岩类型和矿物组合也相应发生变化。分带性涉及到矿田、矿床和矿体等不同级别。Ag(Pb, Zn)矿化往往有其特定的分带位置,通常赋存于离侵入体接触带有一定距离的外接触带碳酸盐岩中,而且总是和锰质夕卡岩伴生。W, Sn, Fe, Cu(Au)等矿化则大多产于侵入体接触带或近接触带的钙夕卡岩或镁夕卡岩中,构成清楚的矿化交代分带模式。下面举例加以说明。

例 1. 辽宁八家子大型夕卡岩 Ag(Pb, Zn)矿床(据董永观, 1986; 赵一鸣, 1997a)

该矿床位于华北地台北部燕辽沉降带南缘。矿体呈脉群产于燕山期(170 Ma)黑云母石英闪长岩和中元古界高于庄组白云质大理岩外接触带及呈北西向延伸的白云质大理岩断裂破碎带中。矿化带延伸长达 4 000 m 以上。在空间上,随着离接触带距离的增加,金属矿物呈现从高温组合向(低)温组合变化的带状分布特点,夕卡岩的类型也相应发生变化(图 4):

(1) 磁铁矿化镁夕卡岩带:该带直接产于北山矿段黑云母石英闪长岩和白云质大理岩的外接触带内,主要组成矿物有镁橄榄石、透辉石、粒硅镁石、透闪石、金云母以及磁铁矿,伴有少量黄铁矿和辉钼矿。

(2) 伴有磁黄铁矿化和黄铁矿化的钙夕卡岩带:钙夕卡岩明显叠加在镁夕卡岩之上,沿北西向控矿断裂带延伸,主要组成矿物有透辉石和钙铁榴石等,伴生磁铁矿化、磁黄铁矿化、黄铁矿化,随着与接触带距离的增加,矿石中磁铁矿含量减少,黄铁矿增多,构成黄铁矿矿体。

(3) 伴生大量银铅锌矿化的锰质夕卡岩带:产于北西向控矿断裂带的北西端东风和冰沟矿段。其组成矿物主要为蔷薇辉石和锰铝榴石,含一定量锰透辉石、含锰透闪石、含锰铁金云母和少量锰橄榄石,伴生大量方铅矿、闪锌矿和辉银矿、黑硫银锡矿、自然银等银矿物。矿石含 Ag 73~269 g/t, 平均 107 g/t。

表2 我国重要的含银夕卡岩矿床地质特征简表

Table 2 Generalized geological characteristics of major Ag-bearing skarn deposits of China

矿床名称	矿化组合	Ag品位/ (g·t ⁻¹)	规模	围岩	有关岩浆岩	矿体	金属矿物	脉石矿物	资料来源
黑龙江二股西山(2)	Ag, Fe, Pb, Zn, W, Sn	114	中型	下二叠统白云质灰岩、粉砂岩	华力西期花岗岩长岩	呈透镜状产于岩体外接触带	Mt, Lud, Sch, Cp, sph, Gal, Mol, Po, Ars, Py, Bor, Bis, Cas, Ag, Hes, Tet	Di, Ga, Tr, Ep, Act, Hum, Phl, Chl, Ser, Serp, Or, Qz, Hrb, Flu, Ze, Bru, Ta	黑龙江地质二队, 1974
内蒙古白音诺(7)	Pb, Zn-Ag-(Cu-Sn)	31.36	大型	下二叠统灰岩、凝灰质粉砂质板岩	燕山期(171~148 Ma)石英闪长岩、石英二长岩	呈透镜状产于岩体外接触带	Sph, Gal, Cp, Py, Po, Ars, Arg., El, Mar, Ag, Bi, Argy	Mn, Hed, And, Bust, Jo, Ep, Chl, Cal, Qz, Di, Pre, Act	赵一鸣等, 1994, 1997
辽宁八家子(10)	Ag-Pb-Zn	107~186	大型	中元古代白云质大理岩	燕山期(170 Ma)石英闪长岩	呈透镜状、脉状产于岩体外接触带白云质大理岩断裂裂隙带	Sph, Gal, Cp, Py, Ag, El, Arg, Can, Mt	Mn-Di, Rho, Sp, Phl, Mn-Cal, Mn-Act, Mn-Tr, For, Tep	董永观, 1986; 赵一鸣, 1997 b
北京银冶岭(11)	Ag-Pb-Zn	173.2	中型	中元古代白云质大理岩	燕山期石英闪长岩	呈似层状、透镜状产于层间破碎带中	Sph, Gal, Ag, Arg, Bis, Py, Cp	Di, Serp, Tr, Mn-Tr, Mn-Cal, Mn-Gros, Qz	本文, 北京地质局101队, 1979 ^①
山西刁泉(12)	Ag-Cu-(Pb-Zn)	153.1	大型	寒武纪灰岩、页岩	燕山期(130.5 Ma)石英二长岩	呈透镜状产于岩体和白云质大理岩接触带	Mt, Cp, Py, Bor, Chal, Sph, Gal, Ag, Arg, El, Po, Tet, Fre, Hes, Telb, Mol, Str, Jal, Nau	Di, And, Gros, Ves, Tr, Act, Ep, Cal, Dol, Qz, Serp, Chl	李兆龙, 1999
安徽许桥(19)	Ag-Pb-Zn	288	中型	奥陶纪灰岩	燕山期(120~150 Ma)花岗岩长岩	呈透镜状产于岩体和灰岩接触带	Gral, Sph, Cp, Tet, Py, Arg	Ga, Di, Qz, Cal, Dol, Chl	安徽地矿局324队, 1987 ^②
江苏遇里(23)	Ag-Pb-Zn-Cu	99.38	中型	石炭—二叠纪灰岩	印支期(201~243 Ma)花岗岩斑岩	呈透镜状产于岩体和灰岩的外接触带	Py, Sph, Gal, Cp, Mt, Arg	Di, Hed, Ga, Act, Tr, Ep, Qz, Cal, Ser	江苏地矿局地质四队, 1991 ^③
江西焦里(33)	Ag-Pb-Zn-W	153.9	中型	上寒武统灰岩、砂岩、粉砂岩	燕山期(173~194 Ma)花岗岩长岩	呈似层状产于岩体外接触带交代灰岩的钙质夕卡岩中	Py, Mar, Po, Sph, Gal, Sch, Arg, Ag, El, Acan, Hes, Bi, Cos, Cp, Bor, Our	Di, And, Gros, Mn-Gros, Bust, Mn-Hed, Jo, Mn-Act, Ves, Ep, Pre, Flu, Chl, Cal, Qz	江西地矿局赣南地质大队, 1989 ^④ ; 本文
湖南七宝山(39)	Ag-Cu-Pb-Zn	64	大型	石炭纪灰岩、白云质灰岩	燕山期石英斑岩	呈透镜状产于岩体与白云质灰岩的接触带	Py, Sph, Gal, Cp, Mt, Po, Bor, Mol, Ag, Ep, Kus, Au, Arg	Di, For, Hum, Ga, Ep, Serp, Tr	湖南地质局402队, 1971 ^⑤
湖南铜山岭(45)	Ag-Cu-Pb-Zn	100~188	中型	上泥盆统灰岩、白云岩	燕山期(154~178 Ma)花岗岩长岩	呈似层状产于岩体与碳酸盐岩围岩外接触带	Py, Cp, Sph, Gal, Po, Bor, Ag, Fre	Di, Ga, Act, Ves, Chl, Qz, Cal	王力松, 1975
湖南黄沙坪(42)	Ag-Pb-Zn-(Sn)	80	大型	下石炭统灰岩	燕山期(118~146 Ma)花岗岩斑岩、石英斑岩	呈透镜状产于岩体与灰岩接触带及围岩断裂裂隙中	Mt, Py, Sph, Gal, Po, Mar, Ars, Hes, Cas, Bi, Mol, Prou, Bis, Arg, Tet	Mn-Hed, Qz, Cal, Dol, Chl, Flu, Ves, Act, Phl, Tr, Rhoc	庄锦良, 董潜明等, 1993
西藏嘉马赤康(54)	Ag-Cu-Pb-Zn	600	小型	侏罗(白垩)纪灰岩、板岩	喜马拉雅期(?)花岗岩斑岩	呈透镜状产于岩体与灰岩的外接触带	Cp, Sph, Gal, Tet	Di, Cal, Ga, Chl, Ep, Qz, Serp	西藏地质局一队, 1967 ^⑥
广西拉么(50)	Pb-Zn-Ag-Cu	60.22	中型	泥盆纪灰岩	燕山期(149 Ma)花岗岩	呈似层状、透镜状产于岩体与灰岩接触带	Po, Py, Sph, Gal, Mar, Ars, Bis, Ag, Arg, Argy, Gus, Cas	Di, Hed, And, Woll, Ves, Act, Flu, Qz, Cal	李明琴等, 1997; 梁有彬, 1990
甘肃花牛山(57)	Ag-Pb-Zn (Mo, W)	174	中型	中奥陶统灰岩、变安山质凝灰岩	(220~233 Ma)印支期花岗岩长岩	呈透镜状、囊状产于岩体外接触带	Gal, Sph, Mar, Po, Cas, Mol, Ag, Fre, Argy, Ala, Arg, Kus, Sch, Py, Cp	Ga, Mn-Hed, Tr, Act, Chl, Qz, Cal, Ser	王静仁等1990; 甘肃酒泉地质队, 1988 ^⑦
湖南野鸡尾	Pb-Zn-Ag (Sn, W, Bi, Cu)	80.6	中型	中泥盆统白云质灰岩	燕山期花岗岩、花岗岩斑岩	呈脉状产于花岗岩斑岩外接触带	Sph, Gal, Cp, Py, Cas, Po, Arg, Bis	Mn-Di, Rho, Tep, Sp, Cal, Ep, Qz, Flu	毛景文等, 1998

注: 矿床名称一栏括号内的编号同图1中的编号。

矿物代号说明: Acan—绿帘角闪岩; Act—阳起石; Ag—自然银; Ala—磁铁矿; And—钙铁榴石; Arg—辉银矿; Argy—深红银矿; Ars—毒砂; Au—自然金; Bi—自然铋; Bis—辉铋矿; Bor—斑铜矿; Bru—水镁石; Bust—钙蔷薇辉石; Cal—方解石; Can—黑硫银矿; Cas—锑石; Chal—辉铜矿; Chl—绿泥石; Cos—斜方辉铅矿; Cp—黄铜矿; Di—透辉石; Dol—白云石; El—银金矿; Ep—绿帘石; Flu—萤石; For—铁橄榄石; Fre—银黝铜矿; Gal—方铅矿; Ga—石榴石; Gros—钙铝榴石; Gus—辉铋银铅矿; Hes—碲银矿; Hrb—角闪石; Hum—硅镁石族; Kus—金银矿; Jal—辉铜矿; Jo—钙钙辉石; Jos—硫砷铋矿; Lud—硼铁矿; Mar—白铁矿; Mia—辉铋矿; Mn-Act—锰阳起石; Mn-Cal—锰方解石; Mn-Di—锰透辉石; Mn-Gros—锰钙榴石; Mn-Hed—锰铁辉石; Mn-Tr—锰透闪石; Mol—辉钼矿; Mt—磁铁矿; Nau—碲银矿; Or—钾长石; Our—硫铋银矿; Phl—金云母; Po—磁黄铁矿; Pre—葡萄石; Prou—淡红银矿; Py—黄铁矿; Qz—石英; Rho—蔷薇辉石; Rhoc—菱锰矿; Sch—白钨矿; Ser—绢云母; Serp—蛇纹石; Sp—磁铅矿; Sph—闪锌矿; Str—硫铜矿; Ta—滑石; Telb—碲银矿; Tep—磁铁矿; Tet—黝铜矿; Tr—透闪石; Ves—符山石; Wit—硫铋矿; Woll—硅灰石; Ze—沸石。①—北京地矿局101地质队。1979. 北京密云县银冶岭矿区银铅锌普查评价报告。②—安徽地矿局324地质队。1987. 安徽贵池许桥银矿区详查地质报告。③—江苏地矿局地质四队。1991. 江苏吴县遇里矿区铅锌银矿详查地质报告。④—江西地矿局赣南地质大队。1989. 江西上饶县焦里银多金属矿详细普查报告。⑤—湖南地质局第一地质大队。1971. 湖南浏阳七宝山铜多金属矿区最终勘探报告。⑥—西藏地质局第一地质队。1968. 西藏墨工卡县嘉马赤康多金属矿区地质普查报告。⑦—甘肃地质局酒泉地质矿产调查队。1988. 甘肃花牛山 AgPbZn 矿田普查地质报告。

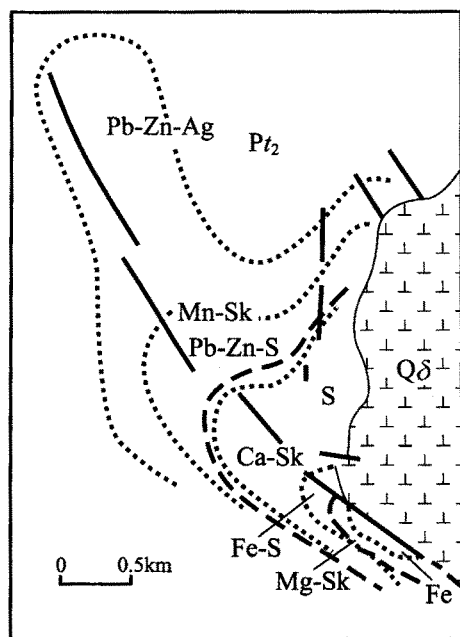


图4 八家子 Ag(Pb,Zn)夕卡岩矿床交代矿化分带略图
Pt₂—中元古界白云质大理岩;Qδ—石英闪长岩;Mg-SK—镁夕卡岩带;Ca-SK—钙夕卡岩带;Mn-SK—锰夕卡岩带;Fe—磁铁矿化带;Fe-S—磁铁矿化、黄铁矿化和磁黄铁矿化带;Pb-Zn-S—方铅矿化、闪锌矿化和黄铁矿化带;S—黄铁矿化带;Pb-Zn-Ag—方铅矿化、闪锌矿化和银矿化带;点线—矿化带界线;断线—夕卡岩带界线

Fig. 4 Schematic geological map of the Bajiazi Ag(Pb,Zn) skarn deposit, showing metasomatic zoning

Pt₂—Mesoproterozoic dolomitic marble; Qδ—Quartz diorite; Mg-SK—Magnesian skarn zone; Ca-SK—Calcic skarn zone; Mn-SK—Manganian skarn zone; Fe—Magnetite zone; Fe-S—Magnetite, Pyrite and Pyrrhotite zone; Pb-Zn-S—Galena-sphalerite-pyrite mineralization zone; S—Pyrite zone; Pb-Zn-Ag—Galena-sphalerite-silver mineralization zone; Dotted line—Boundary of the mineralization zone; Broken line—Boundary of the skarn zone

例2. 湖南东坡多金属夕卡岩矿田(据王昌烈等, 1987; 胥友志等, 1989^①; 毛景文等, 1998 和笔者 1983 年的短期野外调查及有关室内研究)

湖南东坡矿田地处华南褶皱系赣湘桂粤褶皱带的东南缘, 是一个重要的 W, Sn, Mo, Bi, Pb, Zn, Ag (Fe, Mn) 多金属夕卡岩矿田。夕卡岩多金属矿化主要围绕燕山期(137~152 Ma)千里山花岗岩体接触带及其附近的中上泥盆统灰岩、白云质灰岩和泥质岩等分布, 并显示明显的矿化交代分带性。

在千里山花岗岩体接触带及其附近分布有著名的柿竹园、柴山等钙夕卡岩型 W, Sn, Mo, Bi 矿床和

水湖里钙夕卡岩 Sn, Bi, Fe 矿床(图5)。矿体一般呈透镜状产出, 组成金属矿物有白钨矿、锡石、辉钼矿、辉铋矿、黑钨矿、黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、黝锡矿和黄锡矿等, 脉石矿物主要有钙铁-钙铝系列石榴石、透辉石-钙铁辉石系列辉石、符山石、硅灰石、绿帘石、萤石、石英、方解石、白云母等, 局部有粒硅镁石、金云母、韭角闪石、尖晶石等镁夕卡岩矿物。

距千里山花岗岩接触带 1~3 km 的中上泥盆统灰岩、白云质灰岩、泥质灰岩与花岗斑岩(131~137 Ma)岩脉的接触带则有锰质夕卡岩 Ag, Pb, Zn(Fe, Mn, Sn)矿床分布, 如野鸡尾、金船塘、玛瑙山、蛇形坪和横山岭矿区(图5)。矿体呈透镜状或脉状产出。组成金属矿物有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、锡石、毒砂以及辉银矿、辉铋矿、辉铜银矿等银矿物, 个别矿区(如玛瑙山)还有较多的硫锰矿以及菱锰矿风化淋滤而成的硬锰矿、软锰矿等, 脉石矿物主要有锰铝榴石、蔷薇辉石、锰钙辉石、钙蔷薇辉石、锰橄榄石、锰质金云母、菱锰矿等, 局部有日光榴石。含 Ag, Pb, Zn 锰质夕卡岩矿石中 Ag 的含量从 56.3~149.6 g/t 不等, 其中横山岭 Ag 的平均含量为 96.5 g/t, 野鸡尾 80.6 g/t, 蛇形坪(包括金船塘)86.9 g/t, 玛瑙山 56.3 g/t。

例3. 江西焦里银多金属夕卡岩矿床(据李赞春等, 1990 和笔者 2000 年 10 月的野外调查和有关室内研究)

江西焦里是一个中型的 Ag, W, Pb, Zn 夕卡岩矿床, 位于江西南部上犹县境内。在大地构造上矿区处于华南褶皱系赣湘桂粤褶皱带东南缘, 与东坡矿田同属南岭成矿带的一部分。区内为一系列线型紧密褶皱, 轴线方向北西 355°。

矿床产于燕山早期(173~193 Ma)花岗闪长岩与寒武纪灰岩、砂岩和粉砂岩的外接触带。夕卡岩矿体选择性地交代外接触带的灰岩, 呈较薄的(1~10 m)似层状或透镜状产于接触热变质砂岩和粉砂岩中, 显示了明显的矿化交代分带(图6): 在靠近花岗闪长岩的外接触带, 主要分布钙夕卡岩白钨矿矿体(如 1, 2, 3 号矿体), 矿石矿物主要为白钨矿, 有少量闪锌矿和方铅矿及微量银矿物, 脉石矿物为钙铝-钙铁系列石榴石、透辉石、硅灰石, 以及多量石英、萤石和方解石。随着离花岗闪长岩岩体距离的增加, 逐

① 胥友志, 孙纯成, 徐文光, 等. 1989. 东坡矿田及其外围锡铅锌隐伏矿床研究.

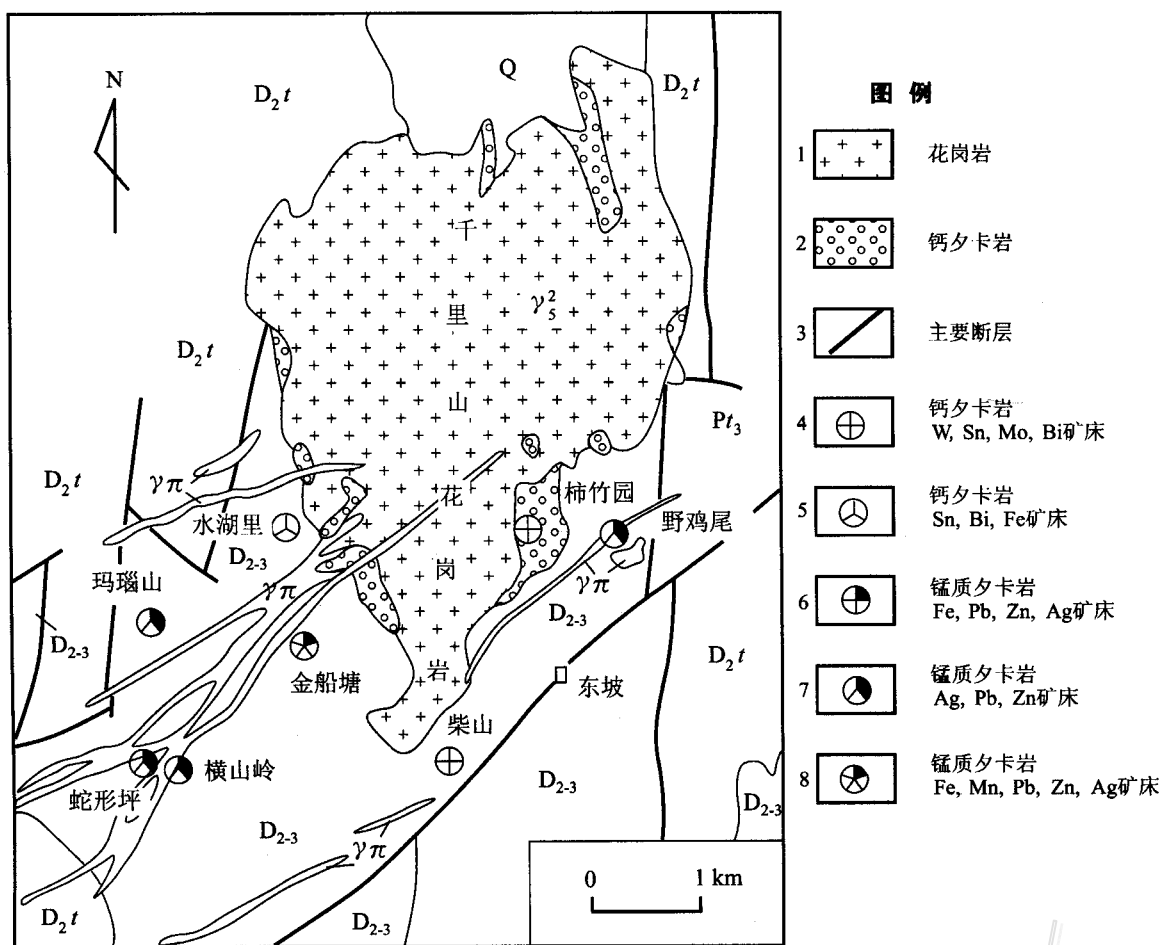


图5 湖南东坡 W, Sn, Pb, Zn, Ag 多金属夕卡岩矿田矿化交代分带略图

(据王昌烈等, 1987; 胥友志等, 1989^①; 王书凤等, 1988 和毛景文等, 1998 有关资料综合简化编制而成)

Q—第四系; D₂₋₃—中上泥盆统灰岩、白云质灰岩和泥灰岩; D_{2t}—中泥盆统砂岩; Pt₃—上元古界变质砂岩; γπ—花岗斑岩岩脉

Fig. 5 Schematic map of the metasomatic mineralization zoning of the Dongpuo orefield, Hunan Province

Q—Quaternary; D₂₋₃—Middle and Upper Devonian limestone, dolomitic limestone and marl; D_{2t}—Middle Devonian sandstone; Pt₃—Upper Proterozoic metamorphic sandstone; γπ—Granite porphyry dyke; 1—Granite; 2—Calcic skarn; 3—Major fault; 4—W, Sn, Mo, Bi calcic skarn deposit; 5—Sn, Bi, Fe calcic skarn deposit; 6—Fe, Pb, Zn, Ag manganoan skarn deposit; 7—Ag, Pb, Zn manganoan skarn deposit; 8—Fe, Mn, Pb, Zn, Ag manganoan skarn deposit

渐出现银铅锌矿化, 并演变为银铅锌矿体(4, 5, 8, 9, 10, 11, 13 号等)。金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、黄铁矿、斜方辉铅铋矿、硫铋铅矿、辉银矿、自然银、碲银矿、银金矿、自然铋等。脉石矿物则有锰质透辉石、锰铝榴石、钙蔷薇辉石、锰质阳起石、石英、方解石等。锰质夕卡岩 Ag-Pb-Zn 矿石含 Ag 40~640 g/t 不等, 全区矿石平均含 Ag 达 153 g/t。

7 结 语

(1) 含银夕卡岩矿床在我国银矿床中占有重要位置, 应给以足够的重视。

(2) 含银夕卡岩矿床主要分布在我国东部地区一些重要的地槽褶皱带或地台边缘台褶带, 其中以长江中下游和南岭最为重要。

(3) 控矿地层时代从前寒武纪至新生代都有, 其中以石炭—二叠纪灰岩为主。

(4) 与成矿有关的岩浆岩为钙碱性、中酸性和酸性浅成侵入岩株, 以燕山期为主, 次为华力西期和

① 胥友志, 孙纯成, 徐文光, 等. 1989. 东坡矿田及其外围锡铅锌隐伏矿床研究.

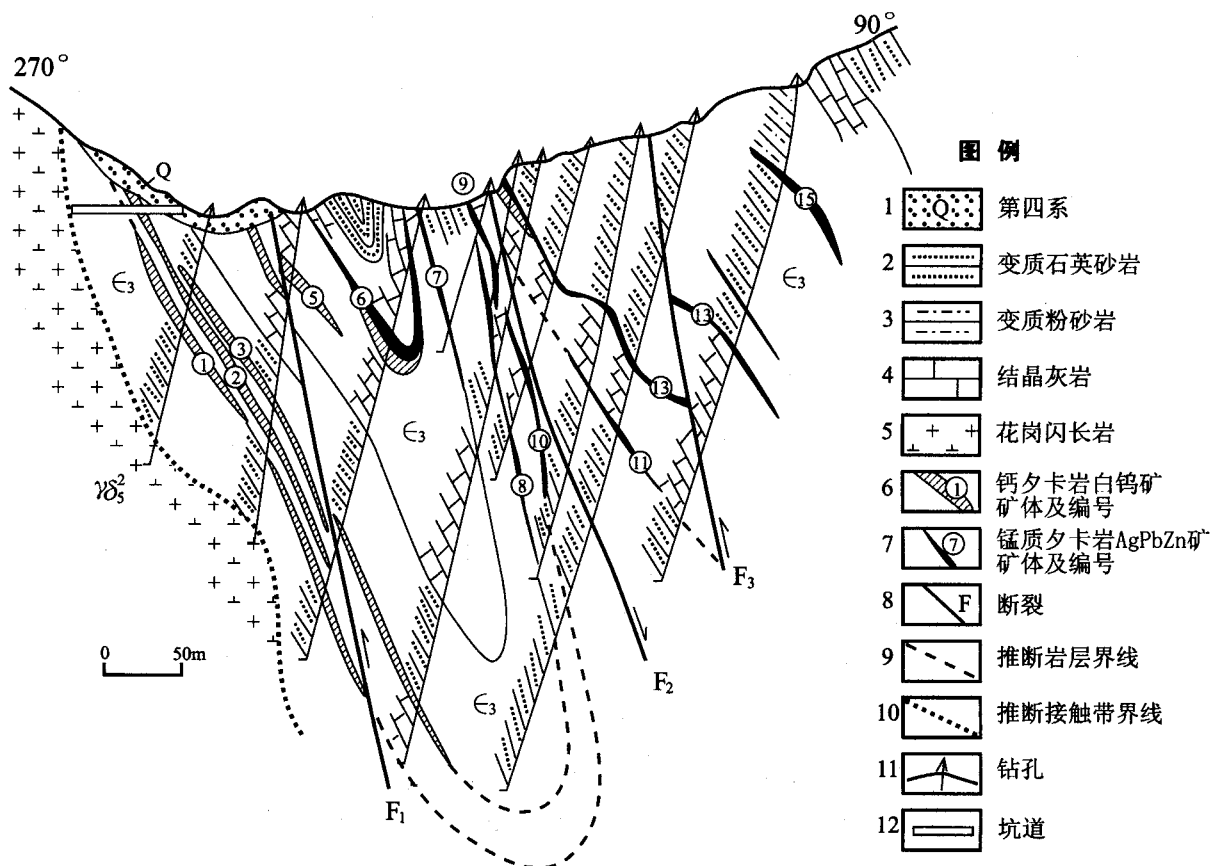


图6 江西焦里夕卡岩银多金属矿床24线分带剖面(据李赞春等, 1990 修改)

Fig. 6 Zonal profile(No.24) of the Jiaoli Ag-polymetallic skarn deposit, Jiangxi Province

1—Quaternary; 2—Metamorphous quartz sandstone; 3—Metamorphous siltstone; 4—Crystalline limestone; 5—Granodiorite; 6—Scheelite-bearing calcic skarn orebody; 7—Ag, Pb, Zn-bearing manganous skarn orebody

印支期,主要属壳源重熔型(“S”型),次为同熔型向重熔型过渡的花岗岩类。

(5) 含 Ag(Pb, Zn) 夕卡岩主要属锰质夕卡岩,以富含锰质单斜辉石、锰质三斜辉石(钙蔷薇辉石、蔷薇辉石等)、锰铝榴石和锰质阳起石等矿物为其特征,而含 Fe, Cu, W, Sn 夕卡岩主要为钙夕卡岩和镁夕卡岩。在一个矿田或矿床中,这两类含矿夕卡岩往往构成明显的矿化交代分带,前者一般产于距岩体有一定距离的最外带,而后者则主要产于靠近岩体的外接触带。上述特征和分带规律性成为寻找 Ag(Pb, Zn) 夕卡岩隐伏矿体(床)的重要找矿标志。

致谢 在野外调研中,曾得到福建地矿局八队、辽宁八家子铅锌矿矿务局、湖南地矿局 408 队、内蒙古地矿局三队、北京地矿局 101 队、江西地矿局赣南地质调查大队、上犹县白银铅锌矿山等兄弟单位有关同志的热情帮助,在文中还引用了部分地质

勘探报告的有关内部资料,在此向他们表示衷心的感谢。

参考文献

- 董永观. 1986. 八家子夕卡岩铅锌矿床的蚀变矿化分带特征[J]. 矿床地质, 5(4): 82~93.
- 黑龙江地质局第二地质队. 1974. 黑龙江西山铁多金属矿床成矿地质特征[C]. 见: 铁铜矿产专辑, 第二集. 北京: 地质出版社, 168~177.
- 李明琴, 税哲夫, 廖丽萍. 1997. 广西拉么铜锌矿床矿物学特征及其地质意义[J]. 广西地质, 10(4): 31~34.
- 李赞春, 唐尚熹. 1990. 上犹焦里银多金属矿床地质特征[J]. 江西地质, 4(4): 357~369.
- 李兆龙, 张连营. 1999. 山西省刁泉铜铅锌矿床地质特征及成因机制[J]. 矿床地质, 18(1): 11~21.
- 梁有彬. 1990. 广西伴生银矿床地质特征与综合开发[J]. 广西地质, 3(2): 59~63.
- 毛景文, 李红艳, 宋学信, 等. 1998. 湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床地质与地球化学[M]. 北京: 地质出版社. 1~215.

- 王昌烈, 罗仕徽, 胥友志, 等. 1987. 柿竹园钨多金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社. 1~141.
- 王力松. 1975. 湖南铜山岭东区铜铅锌矿地表矿化细脉对找矿的意义[C]. 见: 铁铜矿产专辑, 第五集. 北京: 地质出版社. 130~143.
- 王书凤, 张绮玲. 1988. 柿竹园矿床地质引论[M]. 北京: 科学技术出版社. 1~132.
- 赵一鸣, 谭惠静, 许振南, 等. 1983. 闽西南地区马坑式钙夕卡岩型铁矿床[M]. 中国地质科学院矿床地质研究所所刊, 第1号(专辑1). 北京: 地质出版社. 1~141.
- 赵一鸣. 1986. 交代岩分类及其含矿性初探[J]. 矿床地质, 5(4): 1~13.
- 赵一鸣, 林文蔚, 毕承思, 等. 1990. 中国夕卡岩矿床[M]. 北京: 地质出版社. 1~354.
- 赵一鸣, 王大畏, 张德全, 等. 1994. 内蒙古东南部铜多金属成矿地质条件及找矿模式[M]. 北京: 地震出版社. 1~234.
- 赵一鸣. 1997a. 我国一些重要夕卡岩 Pb-Zn 多金属矿床的交代分带[J]. 矿床地质, 16(2): 120~129.
- 赵一鸣, 张铁男, 林文蔚. 1997b. 我国夕卡岩矿床中的辉石和似辉石特征及其与金属矿化的关系[J]. 矿床地质, 16(4): 318~329.
- 赵一鸣, 张铁男, 毕承思. 1999. 含金夕卡岩矿床产出构造环境和地质地球化学评价标志[J]. 地学前缘, 6(1): 181~193.
- 庄锦良, 童潜明, 刘钟伟, 等. 1993. 湖南地区铜铅锌锡隐伏矿床研究[M]. 见: 地质专报(四), 矿床与矿产, 40号. 北京: 地质出版社. 66~68.
- Debon F, Le Fort P. 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations [J]. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Earth Sciences, 73: 135~149.
- Einaudi M T, Meinert L D, Newberry R T. 1981. Skarn deposits[J]. Econ. Geol., 75th Anniv., 317~391.
- Zhao Y. 1991. Manganoan skarn formation [A]. In: "Skarn—their genesis and metallogeny" [C]. Athens: Theophrastus Publications S. A. 165~180.
- Zhao Y. 1992. Two new skarn types—manganoan skarns and alkaline skarns [A]. In: "Progress in Geology of China 1989~1992" [C]. Beijing: Geological Publishing House. 153~155.
- Жариков В А. 1986. Скарновые месторождения [A]. В Кн. "Генезис эндогенных месторождений" [C]. М., Наука. 220~300.

Distribution and Geological Characteristics of Silver Skarn Deposits in China

Zhao Yiming, Li Daxin, Bi Chengsi

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037)

Dong Yongguan

(Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Bureau of Chinese Geological Survey, Nanjing 210016)

Key words: silver skarn deposits, distribution, geological characteristics, China

Abstract

Silver skarn deposits constitute one of the major types of silver deposits in China, and their reserves account for about 22% of the total silver reserves of China. They are mainly distributed in such major fold belts of eastern China as Nanling, the middle-lower reaches of the Yangtze River and northern margin of the North China platform.

The Ag skarns are hosted by Precambrian to Cenozoic strata, with Permian-Carboniferous being most important. The related intrusives are mainly hypabyssal calc-alkaline intermediate-acid and acid stocks of "S" type, mostly Yanshanian in age.

The Ag (Pb, Zn)-bearing skarns belong to the manganoan skarn formation, and consist of Mn-hedenbergite, Mn-diopside, johannsenite, bustamite, rhodonite, spessartine, tephroite, Mn-actinolite etc.. They occur in distal part of the exocontact zone and are usually associated with Fe, Cu, Au, W, Sn-bearing calcic (or magnesian) skarns, making up obvious mineralized metasomatic zoning which can be used as important ore-searching indicators for skarn mineralizations.