

河北营房银矿床成矿地质特征研究

任耀武

(华北有色地质勘查局地质研究所)

提 要 河北营房银矿床产于花岗岩破碎带中,含矿岩石为浆爆角砾岩。矿质来源于深部含矿熔浆,熔浆既呈角砾又呈胶结物出现,其量越多矿化越好。银的富集主要与黄铁矿、方铅矿、闪锌矿关系密切。本区有益元素除银外,尚伴生一定量的金、铅、锌等。成矿元素具有上部为银(金、铅、锌)下部为铅锌(银、金)的垂直分带特点。矿床的围岩蚀变主要为硅化、水云母化、铁白云石化及蒙脱石化。根据含矿岩石及蚀变围岩特征、矿石结构构造、有益元素赋存状态、硫、氧同位素等资料综合分析,矿床成因为含矿英安质熔浆经隐爆作用形成的浅成中—低温热液改造型银矿床。

关键词 隐爆角砾岩 银矿床 含矿熔浆 次火山岩 河北营房

浅成低温热液与“隐爆角砾岩型”金银矿床^①,在物质成分及围岩蚀变等方面有相似之处,但成矿方式及矿质来源迥异。河北营房银矿床经笔者等研究,其成因类型应属于英安质含矿熔浆经隐爆作用形成的浅成中—低温热液改造型银矿床,简称隐爆角砾岩型银矿床。

同浅成相,次火山岩相岩体紧密伴生的隐爆作用是岩浆作用的一种特殊表现形式。它发生于近地表一定深处的封闭—半封闭条件下,成矿作用同与其相关的岩浆作用构成一个连续的地质过程,形成岩浆岩—角砾岩—矿体的综合地质体。详细研究该类地质体不仅在理论上有助于了解岩浆作用现象、揭示深成岩浆作用同火山作用之间的相互关系、总结成矿规律及成矿条件,而且对找矿工作将起积极作用。

现将该矿床有关成矿地质特征方面的研究成果介绍如下。

1 矿区地质简况

河北营房银矿床位于华北地台北缘中段、内蒙地轴东段、上黄旗穹断束与沽源断凹衔接处(图1)。出露地层以太古界红旗营子群变质岩系为主。岩性主要为角闪斜长片麻岩、石榴角闪

^① 隐爆角砾岩型为简称,全称应为:“与次火山隐爆作用有关的浅成中—低温热液改造型”金银矿床。

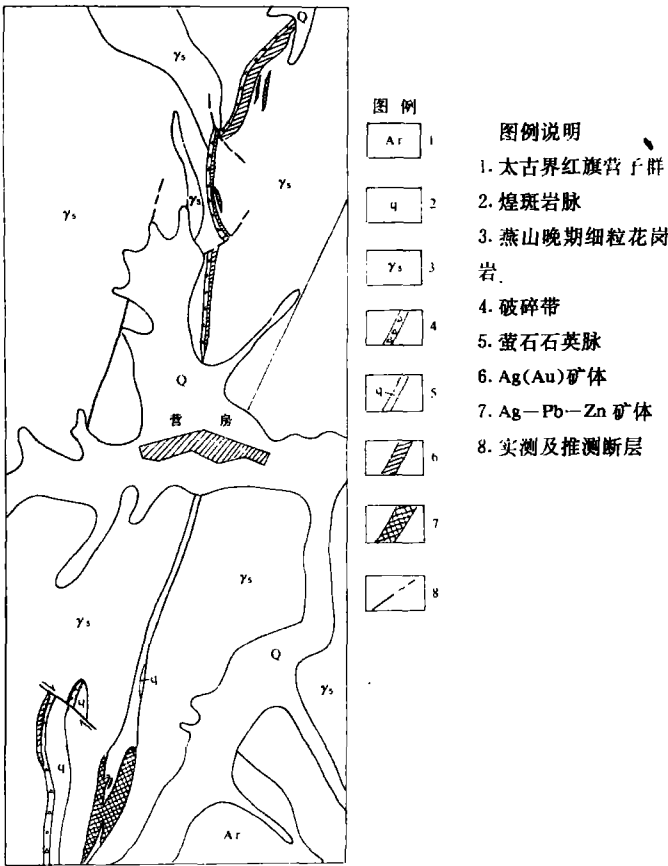


图 1 河北营房银矿地质简图(据华勘 514 队)

Fig. 1 Geological sketch of the Yingfang silver deposit, Hebei Province

麻粒岩、角闪斜长岩、混合岩化片麻岩及黑云变粒岩等。中生界侏罗系张家口组陆相火山岩、火山碎屑岩等做为基底的盖层分布于断凹区,形成一系列火山构造盆地。

矿区以断裂构造为主,老虎坝—牛圈断裂($N15^{\circ}E/SE\angle 50^{\circ}\sim 70^{\circ}$)纵贯全区,为本区主要控矿构造。地质力学研究表明,该控矿断裂主要属压扭性,后期为引张性并具多期活动等特点。矿体位于该断裂带燕山早期(K—Ar 同位素年龄 230Ma,本所专题组,1987)粗粒钾长花岗岩(属于沟门岩体边缘相)破碎带内。该破碎带长 7km、宽 50~100m。矿石呈角砾状,具品位高、厚度大、易采易选等特点,矿床除银外,还伴(共)生一定量金、铅、锌等。

2 含矿岩石——隐爆角砾岩岩石类型

2.1 气爆阶段

2.1.1 震碎花岗质角砾岩 该类岩石具碎裂结构、蚀变交代结构,角砾状构造。矿体顶板岩

石为粗粒钾长花岗岩受隐爆作用破碎而成,局部可见含矿熔浆沿裂隙贯入。破碎、蚀变均较明显。石英呈棱角状并具炸裂纹。岩石局部发生糜棱岩化,所形成的岩石粉末构成胶结物——岩粉或同成分胶结。

2.1.2 硅质气爆角砾岩 为本区重要含矿岩石之一。熔浆胶结结构、重结晶结构、碎裂结构、撕裂结构,角砾状构造。该类岩(矿)石由含矿熔浆及捕虏的粗粒钾长花岗岩碎屑组成。熔浆物质因强烈硅化已重结晶为玉髓及水云母,因重结晶程度不同,故有粗细之分(其表面仍可见铁质及火山尘分布),并常呈条带状及环带状分布(照片 1)。含矿熔浆物质既呈胶结物又呈角砾出现,并时见呈撕裂状和火焰石(典型的熔浆结构)。岩(矿)石中含多量萤石(这是气爆阶段熔浆富含挥发份的佐证)。副矿物锆英石多呈炸裂状(照片 2),明显是受隐爆作用所为。岩石受强度硅化及轻度水云母化、蒙脱石化及铁白云石化等。蒙脱石为典型的凝灰物质蚀变产物,硅化分三期:第一期为面型硅化,使熔浆物质重结晶为玉髓及水云母,并促使矿质活化、集中、变富,与矿化关系密切;第二、三期硅化为线型硅化,为成矿后产物,一般与矿化无关,但数量较多时,对矿石起贫化作用。

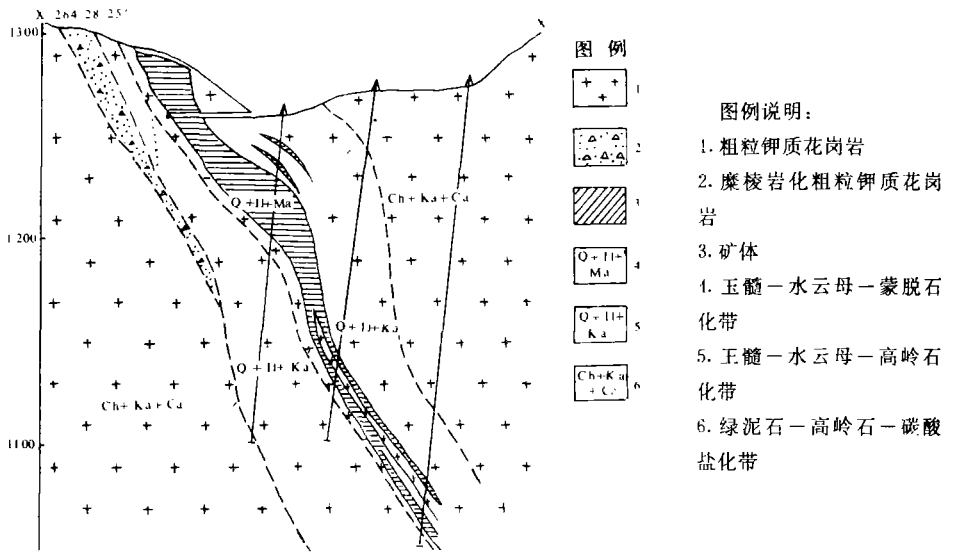


图 2 河北营房银矿床 X 线围岩蚀变分带剖面图
(据华勘 514 队)

Fig. 2 Alteration zoning in wallrock of Yingfang Silver deposit

2.2 浆爆阶段

浆爆晶屑角砾岩 该类岩石矿化较富,常形成富矿石,基本特征与硅质气爆角砾岩相同。其特点是:熔浆成分更多、并见熔浆复式角砾,是多次隐爆之结果。英安质次火山岩角砾偶见,火焰石增多(照片 3),副矿物及晶屑矿物炸裂现象明显、流动构造清楚,金属硫化物矿物及银

矿物含量也较硅质气爆角砾岩多(照片 4)。

2.3 热液阶段

热液(贯入、混染)角砾岩 为前三种角砾岩受后期热液叠加作用之产物,是后期热液沿次一级破碎带贯入(或混染)而成。本区后期热液活动不强烈,一般对矿化影响不大。

3 围岩蚀变分带

因受隐爆机制制约,蚀变是在封闭一半封闭状态下形成,除矿体及近矿围岩发生强烈硅化外,其它各类岩石的热液蚀变均不太强烈,但分布范围较大。蚀变带呈南北向分布,与主构造破碎带走向一致,长千余米,宽 100~300 米。

蚀变类型以硅化最为发育,其次是水云母化、绢云母化、蒙脱石化、铁白云石化、绿泥石化、碳酸盐化及高岭土化等。因受隐爆机制控制,本区围岩蚀变的垂直分带较水平分带清楚。从矿体至围岩(或从下至上)依次为:硅化+水云母化+蒙脱石化带(内带)—硅化+水云母化+高岭土化带(中带)—绿泥石化+高岭土化+碳酸盐化带(外带)(图 2)。一般情况下,内带与矿体产出一致;中带分布于内带两侧,上盘较下盘发育,宽数米至数十米;外带规模最大,宽数百米。

伴随围岩蚀变的发生,元素发生了规律性的变化:从外带至内带,常量元素 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 CaO 增高, Al_2O_3 、 K_2O 、 Na_2O 、 FeO 减少(表 1),而微量元素普遍升高(表 2)。

表 1 各蚀变带常量元素含量(%)

Table 1 Contents of the common element in alteration zones

蚀变带	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	K_2O	Na_2O
外带	73.12	13.67	0.48	1.68	0.30	6.00	2.16
中带	80.44	10.70	0.49	0.68	0.10	5.20	0.28
内带	76.35	4.90	2.25	0.75	6.95	2.93	0.16

表 2 各蚀变带微量元素含量*(ppm)

Table 2 Micro-element contents of alteration zones

蚀变带	Pb	Zn	Ag	Au	F	S	Tl
外带	50~100 (75)	80~100 (90)	0.1~1.5 (0.8)	<0.13	700~1700 (1200)	100~200 (150)	0.9~2.26 (1.58)
中带	50~350 (200)	60~950 (500)	0.1~4.8 (2.5)	<0.13~0.13	5000	100~800 (450)	0.9~2.26 (1.58)
内带	200~380 (290)	110~1140 (625)	>100	数克	6000~9600 (7800)	3000~183000 (93000)	1.76~2.72 (2.24)

* 括号内为平均含量

华勘地研所分析室

4 矿石中有益元素赋存状态及富集规律

通过镜下观察、化学分析(包括物相分析)、电子探针及扫描电镜测试等综合手段研究后认为:矿石中有益元素银(金)主要以单矿物形式存在(表 3、表 4),成类质同像分布于其它矿物中者极少(表 5)。从工艺矿物学角度讲,银(金)矿物主要为包体银(金),包于金属矿物及脉石矿物中,裂隙银(金)主要分布于黄铁矿(中期)裂隙中,间隙银(金)主要分布于金属硫化物(方铅矿、闪锌矿等)矿物晶隙间。

表 3 银的物相分析结果(%)
Table 3 Physical phase analysis for Ag

样 品	游离连生自然银	游离连生硫化银	方铅矿中包体银	黄铁矿中包体银	闪锌矿中包体银	硅酸盐中包体银
	分布率	分布率	分布率	分布率	分布率	分布率
探槽	20.92	63.42	7.68	2.07	4.02	1.89
岩心	0.11	73.91	0.65	2.20	18.75	4.30

华勘地研所分析室

表 4 选矿样品各矿物相中银的分布率(%)
Table 4 Distribution ratio of silver in minerals

矿物相	氧化矿物中的银	辉银矿及自然银中的银	其它矿物中的银	硅酸盐中银	合计
分布率	13.88	81.16	2.98	1.98	100

北京矿冶研究总院

表 5 主要金属矿物中银、金含量(%)
Table 5 Au, Ag content(%) in major minerals

矿物	金	银
早期黄铁矿	0	0~0.17
中期黄铁矿	0.15~1.29(0.0013)	0~4.64(0.2705)
晚期黄铁矿	0	0.06~0.22
闪锌矿	0(0.0014)	0.23(0.3025)
方铅矿	0.18~0.30(0.003)	0.25~4.75(0.325)
毒砂	0.13~0.46	0.01~0.31
白铁矿	0	0.19

注:括号外为电子探针分析结果,括号内为化学分析结果(分析单位:武汉地院北京研究生部)

经镜下观察及电子探针分析证实,本区银(金)矿物有:辉银矿、自然银、金银矿、银金矿、自然金(只见于人工重砂中)螺状硫银矿、富银硫锑铜银矿及富银硫砷铜银矿等。银(金)矿物的富集主要与黄铁矿、方铅矿及闪锌矿关系密切;而单一黄铁矿类型的矿石,银(金)矿化一般不好。高品位银矿石,其金属矿物组合一般为黄铁矿(碎裂、中期)+方铅矿(细粒)+闪锌矿。该金属

矿物组合及表 5 所列结果充分说明,银(金)矿化主要在硫化物阶段中期。通过对 426 件样品分析数据的相关分析结果表明:Ag 与 Pb、Zn、Au 的相关系数分别为:0.578、0.367 和 0.583。

矿石中主要金属矿物生成顺序见表 6。

表 6 金属矿物生成顺序
Table 6 Paragenesis of metal minerals

成矿期 矿 物	氧化物期	硫化物期			表生期
		早	中	晚	
黄铁矿		-----	-----	-----	
闪锌矿			-----	-----	
方铅矿			-----	-----	
毒砂		-----	-----		
白铁矿			-----	-----	
黄铜矿			-----	-----	
辉银矿			-----	-----	
自然银			-----	-----	
银金矿			-----	-----	
金银矿			-----	-----	
辉铜矿			-----	-----	
铜蓝					-----
磁铁矿	-----				
针铁—水针铁矿					
钛铁矿	-----				
富银硫锑铜银矿			-----	-----	
富银硫砷铜银矿			-----	-----	
螺状硫银矿			-----	-----	
自然金*					
白铅矿*					
脆硫锑铅矿*					
白钨矿					-----

* 为人工重砂中发现

5 隐爆机制分析及矿床成因探讨

本区有益元素 Ag、Au、Pb、Zn 均来自熔浆,熔浆成份在矿石中含量越多,矿石品位越高。从全区综合分析来看,成矿元素垂直分带具有上部(1200~1300m 标高)为银、金(铅、锌),下部

(1000~1100m 标高)为铅、锌(银、金)的特点。这是因为在成矿过程中,由于成矿流体自下向上运移以及热液沸腾的结果。即沸腾面以下为 Pb、Zn 矿化带,沸腾面以上为 Ag、Au 矿化带,沸腾面附近为 Pb、Zn、Ag 矿化带。湖北竹山银洞沟银金矿,Ag、Au 富集于 1200~1000m 标高,Pb、Zn 富集于 1000~800m 标高。这一特点与河北营房银矿床十分类似。

5.1 隐爆机制分析

所谓隐爆角砾岩,可理解为隐蔽爆破或潜爆破所形成的一套特殊岩石。它是在封闭一半封闭条件下的一种火山活动产物。Leonid(1961)认为:“同浅成相、次火山岩体紧密伴生的隐蔽爆破作用,是岩浆作用的一种特殊表现形式。它发生于近地表深处的封闭或半封闭条件下,同与其相关的岩浆作用、成矿作用构成一个连续的地质过程,形成岩浆岩—角砾岩—矿体的综合地质体”。研究该类地质体不仅在理论上有助于了解岩浆作用现象,揭示深成岩浆作用同火山作用之间的相互关系,而且对矿床评价及找矿勘探工作也有重要意义。

根据野外、室内综合研究及大量资料对比分析,对本区隐爆角砾岩形成过程做如下简要论述:下地壳或上地幔含矿熔浆(英安质)上升后集中于一个储浆部位——岩浆房,因受动力作用沿裂隙上升,在通道围岩(粗粒钾长花岗岩,属于沟门岩体边缘相)强烈破碎处,挥发份(F 等)突然扩散,造成压力骤减,致使熔浆及气液在一定深度下发生爆炸,在上侵中捕虏了通道及顶板粗粒钾长花岗岩碎屑(晶屑或岩屑),并对其进行熔蚀胶结而成岩。熔浆既呈胶结物亦呈角砾出现,由于多次隐爆作用,故常见复式熔浆角砾,火焰石及晶屑矿物(锆英石、石英等)炸裂现象普遍存在。隐爆角砾岩的形成过程可划分为三个阶段、四种岩石类型(见前述隐爆角砾岩类型一节,此不赘述)。

形成隐爆角砾岩应具备如下基本条件:a、地表下一定深处有熔浆存在,还要有储浆构造即岩浆房;b、熔浆中要富含气、液成分,尤其是挥发份成分;c、有熔浆上侵通道存在,即要有构造裂隙系统;d、要具备一个封闭一半封闭条件即浅源环境;e、顶板及通道一般为脆性岩石;f、要有次火山活动条件;g、隐爆角砾岩一般产于大的破碎带中。

B·A·德沃尔库、萨马尔斯基认为:当熔浆侵入围岩中,由于熔浆的分异压力使围岩产生放射状或同心圆状裂隙系统。大部分火山活动是有韵律性的,在此韵律压力交错过程中,产生顶板的局部剥离,沿裂隙经常有来自熔浆源中的熔融体和挥发份浸透,伴随熔浆上升而产生的地下多次爆发,促使围岩及捕虏体破碎。由于大部分围岩捕虏体轻于熔浆熔融体而浮于表面,向火山口方向运移,并周期性聚集,又重新导致碎屑物及熔浆在地下爆发,形成隐爆角砾岩。

5.2 矿床成因探讨

通过矿石结构构造、银的赋存状态及富集规律、围岩蚀变及硫、氧、铅同位素、稀土元素等特征的研究,并结合矿体形态、产状、控矿构造等综合分析,笔者提出:河北营房银矿床为深部英安质含矿熔浆上升,经隐爆作用而形成的浅成中—低温热液改造型银矿床,可简(统)称为隐爆角砾岩型银矿床。所谓改造型,主要是指含矿角砾岩(硅质气爆角砾岩和浆爆晶屑角砾岩)形成的同时或稍后阶段,经受强烈的硅化(见围岩蚀变一节所述第一期硅化,即面型硅化)。硅化的主要贡献是使矿质集中、变富,硅化程度与矿石品位成正比。

兹将所述矿床成因主要依据简介如下:

a、隐爆依据:①含矿角砾岩(矿石)内有顶板及围岩(粗粒钾长花岗岩)碎屑;②晶屑矿物

(锆英石、石英等)多见炸裂纹(照片 2);③含挥发份(F)矿物(萤石)大量存在;④暗色矿物及熔浆具撕裂状结构。

b、矿质(银等)来自深部含矿熔浆的依据:①见典型熔浆产物—火焰石(照片 3);②见熔浆特征蚀变产物——蒙脱石;③矿石中见大量熔浆存在(照片 1、4),其含量多少与矿石品位成正比。熔浆既呈胶结物又呈角砾存在,并具有明显的流动构造;④熔浆虽经硅化变为玉髓,但仍清楚可见熔浆质点分布,构成交代残留结构;⑤矿石中见英安质次火山岩角砾(英安质次火山岩本区地表无出露,只在钻孔 200 米深处局部可见);⑥矿石中黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 范围 3.3~5.2‰(极差 1.9‰),平均 4.57‰^①。与陨石硫稍有偏离,物质来源于下地壳—上地幔;⑦矿石中 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解(图 3)及 CaO — Na_2O — K_2O 图解(图 4)等,也说明物质来源于下地壳—上地幔;⑧矿石中石英 $\delta^{18}\text{O}$ 平均为 2.74‰,说明流体主要为深源岩浆水(据 H. P. 泰勒);⑨矿石

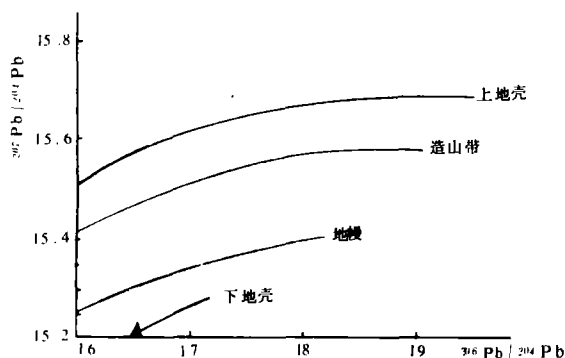


图 3 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解

Fig. 3 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ plot

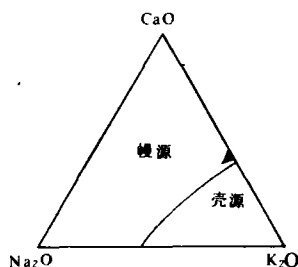


图 4 CaO — Na_2O — K_2O 图解

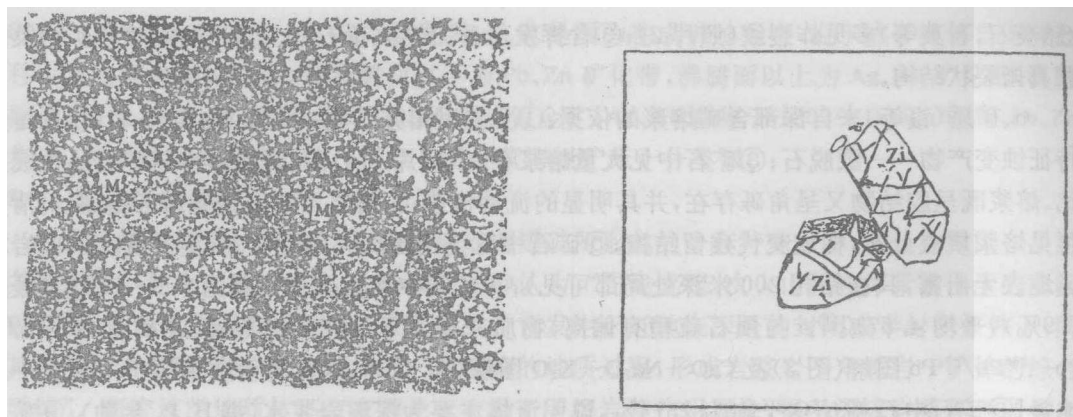
Fig. 4 CaO — Na_2O — K_2O plot

中 ΣREE (94.18ppm) 与世界安山岩 ΣREE (90.0ppm) 近似;⑩本区发现了三种金属互化物矿物^②,经主元素 X—射线面分布图像分析及光学性质观察判定:元素分布均匀,生成环境稳定。据有关资料分析,金属互化物均为深源产物,它们是:Ⅰ 玉龙矿(Yunlongite): ZnCu_2 , 最初发现于西藏玉龙斑岩铜矿,相当于 Cu — Zn 合金相图的 α 相;其 β 相为张衡矿(zhanghengite): CuZn , 首次发现于安徽亳县降落的陨石中;其 γ 相为丹巴矿(donbaite): CuZn_2 , 最初发现于四川丹巴含铂铜镍硫化物矿床中;Ⅱ 杂铜矿(暂定名): $\text{Cu}_3(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Sn}, \text{Zn}, \text{Mn})$; Ⅲ 钴镍矿(暂定名): Ni_3Co 。据《Miner·Abs·》1984V₃₅N₄及《Miner·Abs·》1982V₃₃N₁载:苏联学者在西伯利亚地台区发现了一系列自然金属($\text{Fe}, \text{Cu}, \text{Sn}, \text{Pb}$ ……)及其合金。通过研究后认为其物质来源于地幔。

c、成矿温度(中—低温)的依据:矿体及近矿围岩蚀变主要为硅化(玉髓化)、水云母化、绿泥石化、碳酸盐化(方解石化、铁白云石化)及高岭土化等,属中、低温热液蚀变范畴;矿石具一

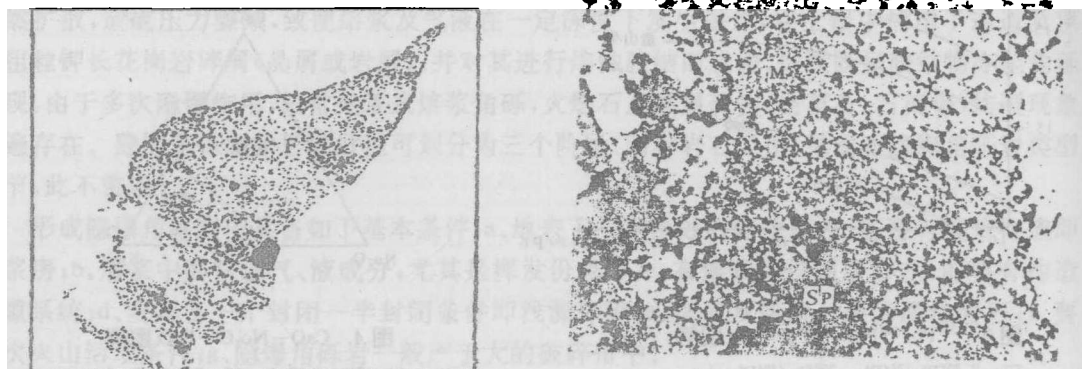
① $\delta^{34}\text{S}$ 范围窄, S 源单一, 亦即矿质主要来自深部熔浆

② 任耀武、曹倩雯, 河北营房银矿中玉龙矿等三种金属互化物的发现及其地质意义, 1990(内部资料, 即刊)



照片1 硅质气爆角砾岩熔浆因重结晶程度不同,有粗细之分(M),常呈条带及环带状分布。 正交偏光 $\times 35$

照片2 爆裂状锆英石(Zi)
单偏光 $\times 40$



照片3 浆爆晶屑角砾岩典型的浆屑
—— 火焰石(F) 单偏光
 $\times 140$

照片4 熔浆(M)及金属硫化物(SP)角砾 正交偏光 $\times 35$

套中—低温金属矿物组合:黄铁矿+方铅矿+ 闪锌矿+硫盐类矿物+低温银矿物(螺状硫银矿、自然银)等;爆裂法测温,峰值集中于 $250\sim 280^{\circ}\text{C}$,属中—低温;矿石中闪锌矿多数颜色较淡,其FeS分子约占3%,少数颜色较深者,FeS分子约占8%,总体情况属低—中温范畴。

6 找矿标志

a、具一定规模的破碎带中次一级断裂的交汇处,特别是构造穹断束与凹断束或基底变质岩系与中生代火山岩盆地过渡部位;

b、矿体附近(地表或深部)有次火山岩存在;

c、注意强硅化角砾岩的出现,尤其要注意复式角砾,这往往是存在富矿的标志;

d、矿体围岩(尤其是顶板岩石)呈震碎状,隐爆中心出现糜棱岩化,并具备破火山口的一些构造特征(如放射状或同心圆状裂隙系统);

e、矿化部位的萤石呈紫色、石英呈淡紫色;

f、远程(化探)指示元素:As、Sb、Tl,近程指示元素:Pb、Zn、Te、Au、Ag;

g、注意对铁锰帽的研究;但有时矿体不一定直接位于铁锰帽下部,这是因为铁锰帽可以迁移之故;

h、加强围岩蚀变分带的研究,利用分带标志寻找矿体赋存部位;

i、利用该类矿床有成群出现、成带分布的特点,注意在已发现的矿床附近寻找卫星矿。

文成之后,承蒙我局丁俊德总工程师、沈成龙副局长审阅,文中部分测试数据由514队提供,并致谢意。

参考文献

- 1 李生元. 耿庄次火山岩热液型金矿特征与成因. 地质与勘探, 24(5)1988.
- 2 杨兆才等. 冀北银矿床主要类型及找矿方向. 华北有色金属地质, 1990
- 3 任耀武. 锆英石标型特征. 矿物岩石地球化学通讯, 1985
- 4 任耀武. 浅论隐爆角砾岩型金银矿床成矿特征. 天津地质学会志, 1990
- 5 Ronde J de and petter Blather, 《Econ. Geol. 》, 83(5~6)1988

EVIDENCE FOR ORE-FORMING AND GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SILVER DEPOSIT AT YING FANG, HEBEI PROVINCE

Ran Yaowu

(Institute of Geology, North China bureau
of Geological Exploration)

Abstract

Silver deposit from Ying Fang in He Bei occurs in granite fracture belts. Ore-forming materials are derived from ore-bearing magma at depth. Mineralization is more developed as melted magma increase. Enrichment of silver is mainly associated with pyrite, galena and sphalerite. This area also contains Au, Pb, Zn besides silver. Ore-forming elements are characterized by the vertical zoning of Ag at upper part, Pb Zn at lower part. Alterations of wall rocks in the deposit are mainly silicification, hydromicazation, ferri-dolomitization and smectition. On the basis of comprehensive analysis about features of ore-forming rocks and altered country rocks, texture and structure of ore, occurrence of useful elements and $\delta^{34}\text{S}$, $\delta^{18}\text{O}$ data, we suggest that the deposit is epigene middle-lower temperature hydrothermal reworked silver deposit formed by the hidden explosive effect of quartz-andesite ore-dearing melted magma.