

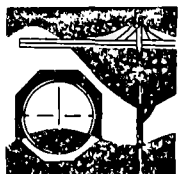
山东栖霞地区金、银及有色金属矿床 成矿规律初步认识

迟洪纪

(山东地矿局第一地质队·济南市)

根据笔者的找矿实践,将区内金、银及有色金属矿床划为两大成矿系列,共10个亚类。两类矿床属同一地质作用不同成矿阶段的产物。在分析主要控矿条件的基础上,总结了成矿规律,并初步建立了成矿模式。

关键词: 金矿床; 银矿床; 有色金属矿床; 控矿条件; 成矿规律



地质·矿床

胶东地区以盛产黄金而驰名中外。近年来经进一步工作,有色金属矿床的规模在逐步扩大,并相继发现一系列银矿床。以往对该区矿床的研究,侧重于金矿。本文着重讨论栖霞地区金、银及有色金属矿床的成矿规律。

区域地质概况

栖霞地区位于胶东西北部,隶属新华夏系第二隆起带的胶东隆起区。区内出露地层主要为太古界胶东群,元古界粉子山群、蓬莱群,中生界侏罗系、白垩系和新生界第三系、第四系。其中胶东群为主要地层,集中分布在栖霞复背斜核部,呈近东西向带状展布。区内断裂构造较发育,分为北北东、北东、北西和近东西向4组。岩浆岩不太发育(见图)。

主要矿床类型及其特征

本区金、银及有色金属矿床分为金矿床、银及有色金属矿床两大系列、3个亚系列;根据主要元素组合和产出地质特征分为

10个亚类(表1),其主要特征对比归纳如表2。

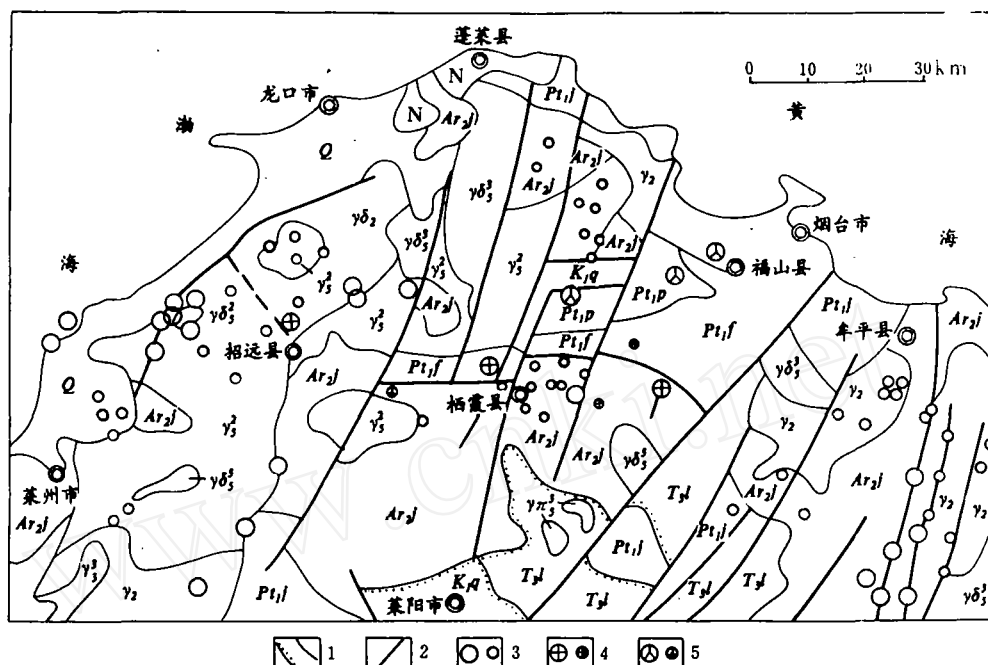
主要控矿条件分析

本区位于招远-莱州和牟平-乳山两大金矿成矿带之间。区内金矿床以多金属硫化物石英脉型为主,规模一般不大。但几年来在本区相继发现数处规模较大的银矿床,已探明的铜、钼、铅、锌矿床,规模皆位于全省之首。显然,本区矿床是胶东地区矿床系列的一部分,既受区域成矿环境制约,更主要受特有的地质条件控制。与邻区相比,区内与金矿关系密切的燕山早期花岗岩出露较差,而太古代、元古代和中新生代地层出露较好。与银及有色金属矿床关系密切的燕山晚期各类花岗(闪长)岩仅局部出露,北北东和近东西向构造较发育。成矿条件的研究认为,本区对银及有色金属成矿有利。史料记载,本区古代采银历史悠久,许多古采遗迹至今可见,已知银及铜、铅、锌、钼等矿点分布较广,为银及有色金属找矿的有利地区。

1. 围岩控矿条件

金矿床主要产于胶东群,银矿床主要产

本文1992年2月收到。



山东省栖霞及邻区地质略图

Q—第四系；N—第三系；K_{1q}—白垩系青山组，J_{3l}—侏罗系莱阳组；Pt_{1p}—蓬莱群；Pt_{1f}—粉子山组；Pt_{1j}—荆山群；Ar_{2j}—胶东群； $\gamma\delta_3^2$ —燕山晚期花岗闪长岩； γ_3^2 —燕山晚期花岗岩； $\gamma\pi_3^2$ —燕山晚期霏细岩； γ_3^2 —燕山早期花岗岩； γ_2 —元古代花岗岩； $\gamma\delta_2$ —元古代花岗闪长岩；1—整合、不整合地质界线；2—断层；3—金矿床(点)；4—银矿床(点)；5—有色金属矿床(点)

表 1 栖霞地区金、银及有色金属矿床分类表

矿床系列		矿床类型	代表矿床(点)
金矿床		石英脉型 Au(Ag、Cu、W)矿床	马家窑、后乔
		石英脉型 Au-Ag-Cu-Zn 矿床	百里店、下瑶沟、留家沟
		构造破碎带蚀变岩型 Au(Ag)矿床	西乔沟、龙回头、陡崖
银及有色金属矿床	银矿床	石英脉型 Ag(Au)矿床	亭口田家、柳乔庵
		构造破碎带蚀变岩型 Ag(Pb、Zn)矿床	虎鹿乔、和尚庄、寨山乔
		蚀变脉岩型 Ag(Au)矿床	和尚庄Ⅲ矿带
	有色金属矿床	斑岩-夕卡岩复合型 Pb-Zn-Cu(Mo、Ag)矿床	香乔
		斑岩、夕卡岩型 Mo(W、Cu)矿床	尚家庄(斑岩)、邢家山(夕卡岩)
		热液交代似层状 Cu(Zn、Ag)矿床	福山王家庄
石英脉型 Cu(Ag、Au)矿床		苗家、邢家疃	

于胶东群和粉子山群中，有色金属矿床则主要产于粉子山群、蓬莱群和燕山晚期的花岗闪长岩体中。矿床产出的地层时代有至老而新的变化趋势。

据 400 多件样品的分析统计^①，本区 Au 在各类岩石中的含量变化不大，平均 1.60×10^{-9} ，低于地壳平均值。银在各类岩石中含量较高且较稳定，平均 0.54×10^{-6} ，

① 山东地矿局区调队，山东栖霞县幅 1:5 万区调报告，1988 年。

表 2 矿床系列主要特征对比表

矿床系列	金 矿 床	银及有色金属矿床	
		银 矿 床	有色金属矿床
赋矿地层	胶东群	胶东群、粉子山群	粉子山群、蓬莱群,少量胶东群
控矿构造	北东、北西向断裂	北北东向断裂,近东西向断裂、层间构造、糜棱岩带	北北东、北东向断裂,近东西向断裂、层间构造
控矿岩体	燕山早期花岗(闪长)岩	燕山晚期花岗闪长岩	同左
主要成矿时代	中生代侏罗纪	中生代白垩纪	同左
矿体形态	脉状、透镜状、囊状、不规则状	似层状、板状、透镜状、脉状	似层状、透镜状、脉状、囊状
主要金属矿物组合	黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、自然金、金银矿、金银矿	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、自然银、银铜矿、辉银矿、螺状硫银矿	方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉铜矿、黝铜矿、辉钼矿、白钨矿、黄铁矿、磁铁矿
主要有益组分	以 Au 为主,可伴生或共生 Ag、Cu、Pb、Zn 等	以 Ag 为主,可伴生 Pb、Zn、Cu、Au 等	Pb、Zn、Cu、Mo 等,可伴生 W、Ag、Au、S、Cd、Se、Te 等
主要成矿阶段	石英、黄铁矿→金、多金属硫化物→碳酸盐	石英→黄铁矿、石英→银、石英、多金属硫化物→石英、碳酸盐、多金属硫化物→石英、碳酸盐	石英→石英、辉铜矿、白钨矿→石英、黄铁矿、黄铜矿→石英、方铅矿、闪锌矿→石英、碳酸盐
围岩蚀变	硅化、绢英岩化、黄铁矿化、碳酸盐化等	硅化、绢英岩化、黄铁矿化、绿泥石化、碳酸盐化等	硅化、绢云母化、钾化、绿泥石化、夕卡岩化、碳酸盐化等
主要脉岩	中基性脉岩为主,种类多、基性度高,如辉绿岩、煌斑岩等,属弱碱质、碱质	以次煌斑岩为主,少量次闪长玢岩,基性度低,属碱质、钙质	同左
矿床规模	小型	中→小型	大→小型
成因类型	岩浆热液—构造裂隙充填(交代)型	岩浆天水混合热液—交代(充填)型	岩浆天水混合热液—接触交代夕卡岩、斑岩型

为地壳平均值 (0.08×10^{-6} , 黎彤, 1988) 的 6~7 倍。Cu、Pb、Zn 接近或低于地壳平均值, 但燕山晚期花岗闪长岩中 Pb、Zn、Cu、Mo 等元素平均高于地壳同种岩石的平均值^[1]。对胶东地区金、银及有色金属矿床成矿物质来源的认识众说纷云, 而以持胶东群为矿源层者居多。胶东群、粉子山群的原岩主要为基性—中酸性火山—沉积岩, 硫化物(主要是黄铁矿)在各类岩石中普遍可见, 粉子山群中含炭质较高, 是含易释放金较高的岩石^[2]。这类岩石, 就是金的含量不高, 亦可成为金矿床的有利矿源层。朱奉山、安家桐等曾分别在胶东群中发现微细金粒^[3]。另外, 本区金矿床中硫、氧同位素($\delta^{34}\text{S}9.23\%$, $\delta^{18}\text{O}10.49\%$) 特征与胶东群^[4] ($\delta^{34}\text{S}7.4\%$, $\delta^{18}\text{O}9.93\%$) 基本一致和 Ag 在胶东群、粉子山群中的高背景值等都

有助于说明成矿物质来源于老地层。但金矿床中碳同位素 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值 -5.55% , 属于原生碳, 与深成岩浆岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 值(-5.1% , Deines, 1970)一致^[1], 银矿床中 $\delta^{34}\text{S}$ 值与邻区的招远十里堡银矿 $\delta^{34}\text{S}-4.31\%$ (安邦容, 1983)接近, 比金矿床明显偏低, 为含矿热液的演化结果。有色金属矿床中的硫同位素 $\delta^{34}\text{S}-0.9\%$ (霍继贤, 1991)和矿石中的微量元素特征($\text{Co}/\text{Ni}=1.37$, $\text{S}/\text{Se}=7978$, 福山王家庄铜矿)^[1] 都具明显的内生深源成因。由此可见, 本区成矿物质来源与胶东群、粉子山群等老地层有密切的关系, 同时又具内生深源特征。因此笔者认为, 以太古代、元古代老地层和幔源等多种来源更有说服力。但作为矿床主要围岩的太古代、元古代地层, 不仅提供了大量的成矿物质来源, 其空间分布、内部结构和岩石的物理化学性

质等,对含矿热液的形成和运移过程中成分及物理化学条件的改变,直至矿床的最终定位等都起重要的控制作用,是控制矿床形成和分布的重要条件。

2. 构造控矿条件

构造是控制本区矿床的直接定位因素。胶西北隆起位于郯庐和郝官庄两大岩石圈断裂之间。结晶基底的太古界胶东群呈北西西或近东西向展布,以褶皱轴近于直立的等斜无根褶皱为主。许多地段有近东西向的构造裂隙密集发育。在粉子山群底部,有近东西向的高铝片岩带,与胶东群呈韧性剪切构造叠置接触。结晶基底构造的基本特征显示遭受了强烈的挤压—剪切作用。受深大断裂派生构造的控制,造成结晶基底和上覆岩层的破裂。由于区域构造的多期次活动,形成区内复杂的构造格局,也为热液活动提供了空间。

金矿床主要受北东、北西向构造控制,其次为北北东向,多为压扭或张扭性陡倾角左行断裂。矿化较好的主要分布在本区中部一带的胶东群上部。南部一带的胶东群下部层位,虽构造亦较发育,但矿化较差,分析认为与粉子山底部的近东西向高铝片岩对矿液的封闭作用有关。局部含矿构造的倾向与矿化类型有关。如北东向的含矿构造,倾向北西时以金和多金属矿化为主,倾向南东时则以金矿化为主,多金属矿化不发育。因本区金矿床以石英脉型为主,控矿构造以次级构造为主,规模一般不大。

区内广泛发育的近东西和北北东向断裂,为银矿床的主要控矿构造。其中近东西向构造与基底构造方向基本一致,在胶东群上部和粉子山群底部发育较好。断裂倾向以北为主,倾角 70° 左右,局部有向南缓倾斜的逆掩推覆(或滑脱)构造。具有代表性的和尚庄—下瑶沟近东西向构造带,由多条近于平行的断裂组成,为一规模较大的韧性剪切带并有后期构造叠加,造成粉子山群与胶

东群呈韧性剪切构造叠置接触。在其邻近地层中,层间滑动构造亦较发育。该带中广泛发育的含石墨高铝片岩,对成矿热液起良好的封闭作用或形成“天然炭吸附系统”,其下盘及附近的层间滑动构造,或与缓倾斜的逆掩推覆(或滑脱)构造的交汇部位,是成矿的有利地段。受该带控制的和尚庄、寨山乔等银矿床(点),矿石含银最高达数千 $\times 10^{-6}$,并伴生铅、锌等矿化,局部地段金矿化也较好。

控制银矿床的北北东向断裂,主要分布在胶东群上部和燕山晚期的花岗岩长岩体附近。控矿构造以压扭性左行陡倾角断裂为主,但规模一般比控制金矿床的同类含矿构造大。具有代表性的虎鹿乔断裂,发育在胶东群与粉子山群接触带南侧的胶东群中。走向北东 15° ,倾向南东,倾角 70° 左右,长大于2km,宽数十米,主要由黄铁绢英岩等组成,并具铅锌矿和碳酸盐化。矿石含银最高数千 $\times 10^{-6}$,铅锌也具一定含量。矿区正在普查评价中,有希望达中型规模。

有色金属矿床和与其关系密切的成矿岩体明显受区域北东和近东西向两组构造控制。但含矿构造较复杂,以次级构造为主,构造方向呈北东、北北东、北西和近东西向皆有之。含矿构造的特点反映了矿床形成时间较晚并利用了先存的各种构造空间。但大中型矿床以层间构造(层间滑动、层间破碎)为主,使矿体呈层状、似层状。该类构造是在早期褶皱和后期多次构造活动叠加而形成。小型矿床尤其是脉状矿床,则主要受次级小断裂控制。

3. 岩浆岩控矿条件

物探重力资料解释认为,位于本区东西两侧的牟平—乳山和招远—莱州地区的花岗杂岩体,在深部相连。与金矿关系密切的燕山早期花岗岩虽不发育,但中基性脉岩在金矿集中区十分发育,并在其中见到斑状二长花岗岩的包体,其化学成分与区域成矿岩体

相同(表 3)。由此推测深部隐伏岩体的存在和矿床与岩体的成因联系。花岗岩在成矿过程中的作用,不仅提供了部分成矿物质来源,主要起“热机”作用和提供矿化剂(H_2O 、F、Cl、S 等)^(5、6)。由于燕山早期花岗岩在本区未侵入地表,金矿主要产于胶东群中。含

矿热液在形成、运移和矿床定位过程中,其外部条件和运移距离等与邻区产于花岗岩体中的石英脉型金矿床都有些不同,最终形成比“玲珑式”更富含银及多金属硫化物的金及多金属矿床,属介于“玲珑式”金矿床与银及多金属矿床之间的过渡矿床类型。

表 3 中基性脉岩中斑状二长花岗岩包体的化学成分(%)

产 地	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O
上刘家	72.11	0.23	14.50	0.55	1.19	0.031	0.60	1.49	3.90	4.71	0.07	0.50
唐家泊 342° 2km	71.14	0.20	13.62	0.28	1.72	0.031	0.21	0.47	6.37	4.21	0.02	0.45

据山东地矿局区调队, 1988, 栖霞县幅区域地质调查报告(1:5 万)

银及有色金属矿床主要与燕山晚期的各类花岗闪长岩有关。该类岩体一般具明显的地球化学分带。如桃村附近的牙山岩体, 自内向外水平分带依次为 $Mo \rightarrow Cu(Au) \rightarrow Au \rightarrow Ag(Pb+Zn)$, 最外带的 $Ag(Pb+Zn)$ 带通常距岩体 4~10km。银矿床通常产于岩体相应地球化学分带中的断裂构造中(虎鹿乔)。在岩体外接触带的层间构造中, 可形成热液交代似层状矿床(福山王家庄铜矿), 岩体内或接触带附近则形成斑岩—夕卡岩矿床(香乔斑岩—夕卡岩复合型铅锌铜钼多金属矿床、尚家庄斑岩型钼矿床)。岩体和矿床的垂直分带规律也较明显。如香乔多金属矿床, 自下而上为 Cu 、 $Mo \rightarrow Cu$ 、 $S \rightarrow Pb$ 、 $Zn \rightarrow Pb$ 四个带, 形成下部以斑岩型铜钼矿床, 上部以夕卡岩型铅锌矿床为主的多金属矿床。这种地球化学分带规律, 是热液条件下元素的地球化学性质决定的, 也为研究本区的矿床分布规律提供了依据。

成矿规律与成矿模式

1. 金矿床成矿规律

(1)矿床与燕山早期花岗岩有密切的成因联系。本区该类花岗岩不发育, 但中基性脉岩中的斑状二长花岗岩包体和遥感图像的环境构造⁽⁵⁾, 是预测隐伏岩体的重要标志, 也是成矿有利地区。

(2)矿床主要产于胶东群与粉子山群之间的韧性剪切带南侧的胶东群上部。胶东群下部和其他地层矿化较弱, 未发现工业矿体。

(3)矿床构造以北东、北西向压扭或张扭性次级断裂为主, 矿体侧伏规律为左行。矿床以多金属硫化物石英脉型为主, 属介于“玲珑式”金矿床与本区银及有色金属矿床之间的过渡矿床类型。局部地段矿化类型与断裂倾向有关, 即北东走向倾向南东时以金矿化为主, 多金属矿化不发育; 倾向北西时则为金及多金属矿化。

(4)矿床与种类复杂的中基性脉岩群伴生。脉岩基性度高, 属弱碱质、碱质。根据矿脉与脉岩的穿切关系, 说明二者形成时间相近, 基本形成顺序是辉绿岩→石英脉→煌斑岩→闪长玢岩。矿体一般位于中基性脉岩下盘, 局部可见辉绿(玢)岩脉中形成小型富金矿体。

(5)矿体形态复杂且在水平和垂直方向上都具尖灭再现规律。在产状变化和两组构造的交汇部位, 往往形成富矿体或矿柱。

2. 银及有色金属矿床成矿规律

(1)矿床与燕山晚期花岗闪长岩关系密切。成矿岩体具明显的水平和垂直分带规律, 由内向外、由下而上, 元素组合由高温向低温递变, 在不同分带中形成相应的矿床

或矿化。

(2)区域北北东和近东西向断裂,控制了成矿岩体的分布,次级构造控制矿床和矿体的分布。含矿构造类型复杂,被后期构造改造的近东西向韧性剪切带、层间构造或北北东向压扭、张扭式左行断裂是主要含矿构造。

(3)胶东群上部和粉子山群下部是银矿床的主要赋矿层位。粉子山群、蓬莱群是有色金矿床的主要赋矿层位。斑岩型矿床一般位于岩体上部及内外接触带构造裂隙发育地段。夕卡岩型矿床矿体产于夕卡岩接触带中,碳酸盐岩是有利赋矿岩石。热液交代似层状矿床则产于岩体以外的层间构造中。

(4)与矿床伴生的脉岩种类较简单,以煌斑岩、闪长玢岩为主,基性度比金矿床低,属碱质、钙质。

(5)矿体形态比金矿床相对简单,多呈似层状、板状、透镜状等。

3. 成矿模式

据控矿条件和成矿规律分析,本区金、银及有色金属矿床,与燕山期各类花岗岩有直接的成因联系,属同一成矿地质作用不同成矿阶段的产物。初步提出如下成矿模式。

1.太古代至元古代早期、海底喷发作用由强到弱并伴随海相沉积,形成了原始矿源层。

2.元古代地壳强烈多次活动,伴随构造热事件和区域变质作用,使成矿元素均一

化。

3.中生代燕山早期,由于太平洋板块与欧亚大陆板块的碰撞,使地处欧亚大陆东缘的胶北地块的地下壳物质熔融,与上地幔岩浆混合形成壳幔混合型岩浆并进入岩浆房。岩浆经结晶分异作用提供了成矿的矿化剂并形成初始含矿热液。在地温场作用下,初始含矿热液从围岩中进一步吸取了成矿元素,使热液流体成分随温度梯度和外部环境的影响在不断变化,在不同地质构造环境形成蚀变岩型(焦家式)、石英脉型(玲珑式)和本区富含多金属硫化物的石英脉型(暂称栖霞式)金矿床。

4.由于岩浆房的内部分异和由深而浅、由大而小、由少而多的跟踪上移,含矿流体中地表水加入,在燕山晚期形成浅成、超浅成花岗闪长岩和银及有色金属矿床。

主要参考文献

- [1] 山东地矿局,《山东省地质矿产科学技术志》,山东省地图出版社,1991年。
- [2] 汪东波,桂林冶金地质学院学报,1989,第9卷,第8期。
- [3] 安家桐等,山东牟平-乳山地区金矿控矿条件的研究。《中国金矿主要类型区域成矿条件文集》(5.胶东地区),地质出版社,1988年。
- [4] 王义文,地质论评,第28卷,第2期。
- [5] 徐金方等,山东地质,1989,第5卷,第2期。
- [6] 栾世伟等,《金矿床地质及找矿方法》,四川科学技术出版社,1987年。

Metallogenic Regularities of Au-Ag and Non-ferrous Metallic Deposits in Qixia District,Shandong

Chi Hongji

Based upon the author's personal practice in ore exploration, the Au-Ag and non-ferrous metallic deposits in this district may be classified into two metallogenetic series,including ten subtypes. They are of same geological process but were formed in different metallogenetic stages. After an analysis on the main ore-controlling conditions, some mineralogical regularities are summed up. In addition, a metallogenetic pattern for these deposits is also established.