

68-81

山东金牛山成矿带金矿床基本特征及成因探讨

张时淦

p618.510.1

(山东地质矿产局第三地质队)

内容提要 本文阐述了金牛山成矿带金矿床基本地质特征、金矿与昆嵛山花岗岩及胶东群变质岩(花岗绿岩带)的关系,进而说明金矿床属深熔岩浆热液金矿床。

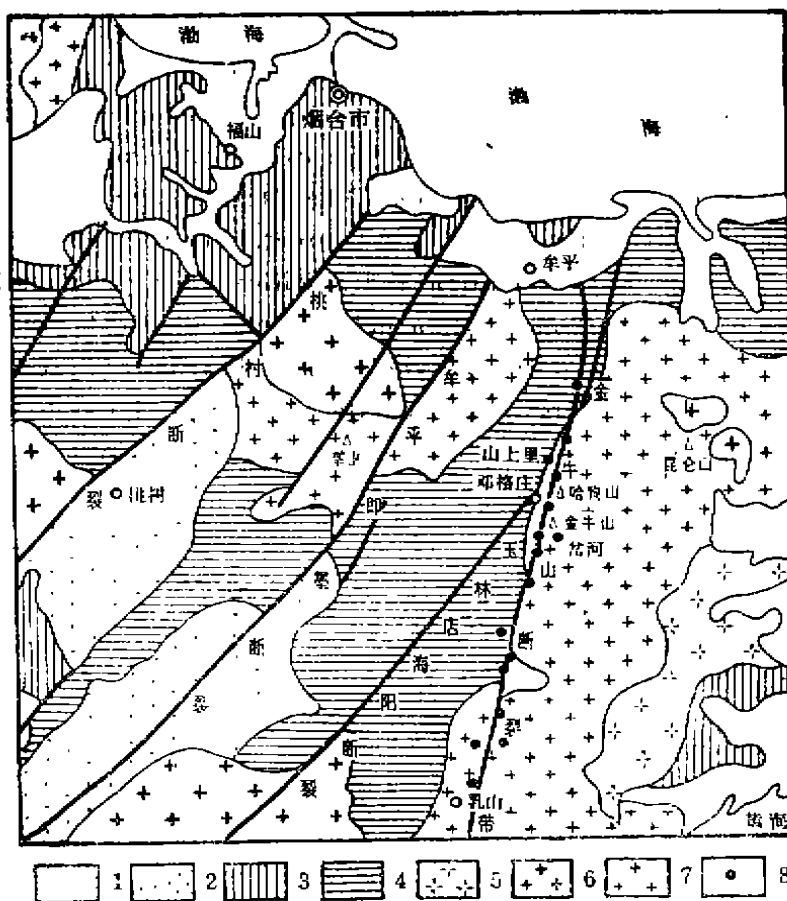


图1 牟平—乳山一带区域地质略图

1—第四系; 2—中生代火山沉积岩; 3—下元古界粉子山群; 4—太古界胶东群;
5—中生代斜长花岗岩; 6—中生代黑云母花岗岩; 7—元古代斜长花岗岩; 8—金矿床

金牛山成矿带金矿床位于山东省胶东东部牟平—乳山一带, 本区属中朝准地台胶辽台隆的中部, 牟平—即墨断裂带东侧威海—乳山复背斜的西翼。金矿带位于昆嵛山花岗岩

和胶东群变质岩之接触带附近,矿带东部为昆嵛山花岗岩,西部为晚太古一早元古宙变质火山-沉积岩,矿床分布在北北东走向的金牛山断裂及其两侧与之大致平行的次级断裂中(图1)。

目前已发现金矿床(点)四十余处,其中大型有邓格庄金矿床;小型有金牛山、哈狗山、岔河、山上里、曹格庄、巫山等金矿床。本文试图以上述几个金矿床的地质特征为基础,探讨胶东东部高硫石英脉型金矿床的成因。

一、矿床产出特征

1. 矿化形式

本区金矿属高硫石英脉型金矿床,绝大多数金矿床产在昆嵛山花岗岩中,严格受北北东向断裂控制。成矿方式以热液充填作用为主交代作用为辅,矿体多为脉状,含金石英脉与围岩界线清楚,石英脉体形态基本代表容矿构造形态。控矿断裂为压扭性断裂,在弯曲或转折部位产生引张空间为成矿的有利部位,往往矿脉肥大含金性好如图所示(图2)。近矿围岩为蚀变花岗岩,以硅化、绢云母化为主,次有钾化、绿泥石化、高岭土化和黄铁矿化等。蚀变呈带状分布,由里向外绢英岩化(包括黄铁矿化)—绿泥石化—钾化,上盘较强,下盘较弱。

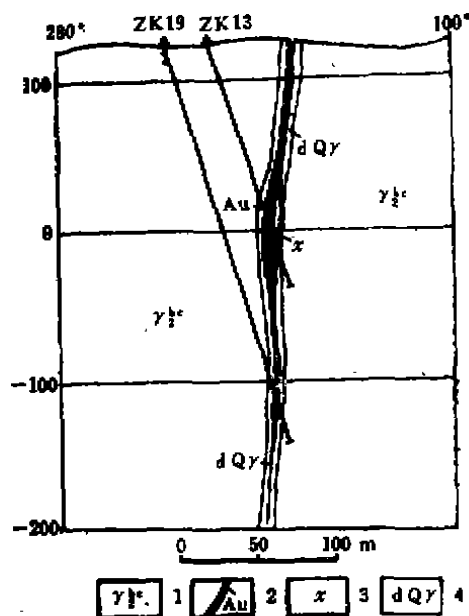


图2 邓格庄金矿区9线剖面图

1—中粗粒花岗岩; 2—金矿体; 3—煌斑岩;
4—绢英岩化花岗岩

2. 矿体特征

金牛山成矿带金矿体赋存于含金黄铁矿石英脉中,含硫量高,个别矿体硫平均品位可达14—18%。

分布于金牛山主干断裂中的矿脉称主脉,分布于次级断裂中的矿脉称副脉。矿体与矿脉的形态、大小、产状基本一致,但又各不相同。主脉一般呈单脉产出,局部呈复脉,有的呈雁行排列,有分枝复合、尖灭再现、膨缩等现象。矿脉走向北东10—20°,倾向南东,局部地表倾向北西,深部又逐渐转向南东,呈“S”形。矿脉宽一般1—2m,最宽达十几米,长度由几十米至几百米,延深也由几十米到几百米。矿体在矿脉中常呈豆荚状、脉状、囊状、巢状、透镜状,无论长度、宽度及延深均小于含金石英脉。金矿体一般长由几十米到一百多米,个别达200m以上,延深由几十到一百多米。厚度0.5—2m,最厚可达10.72m。主脉中有个别地段全由黄铁矿组成,但构不成金矿体。而副脉形态简单,呈脉状、薄板状,连续性好,局部也有分枝复合、尖灭再现、膨缩等现象。一般长几十米到几百米,最长有一千多米,延深几十米到几百米,如邓格庄金矿延深400m尚未尖灭。厚度一般小于1m,最厚达3.8m。倾向北西,局部也倾向南东,倾角较陡70—85°,矿体与矿脉也基本一致。主脉矿体金品位一般在4—6g/t,副脉矿体金品位在4.1—20.9g/t,不管

状,连续性好,局部也有分枝复合、尖灭再现、膨缩等现象。一般长几十米到几百米,最长有一千多米,延深几十米到几百米,如邓格庄金矿延深400m尚未尖灭。厚度一般小于1m,最厚达3.8m。倾向北西,局部也倾向南东,倾角较陡70—85°,矿体与矿脉也基本一致。主脉矿体金品位一般在4—6g/t,副脉矿体金品位在4.1—20.9g/t,不管

是主脉还是副脉金矿体向两端金品位均有变贫趋势, 向下延伸也逐渐变贫。主脉金矿体多分布在100m标高以上, 而副脉金矿体多分布在-50—+50m之间。

3. 矿石类型及矿石成分

按载体矿物黄铁矿、多金属硫化物及石英的特征, 将矿石分为两种类型: ①脉型, 为主要矿石类型, 矿石与围岩界线清楚, 脉石矿物主要是乳白色石英, 含金硫化物在石英中呈浸染状、团块状、条带状及不规则状; ②网脉型(蚀变岩型), 一般分布在矿脉边部蚀变花岗岩中, 石英和黄铁矿呈细网状, 品位不高且少见。只在岔河金矿区见有少量此类矿石。又根据矿物共生组合将脉型矿石分成三种: ①金-石英-黄铁矿型; ②金-石英-多金属硫化物型; ③金-石英-碳酸盐型。前两类型分布较广, 金品位较高, 后类品位较低, 数量也少。

矿石以晶粒结构和压碎结构为主, 次有充填结构、交代残余结构、乳滴状结构及包含结构。矿石构造以块状、浸染状为主, 次有角砾状、条带状、网脉状以及蜂窝状。

矿石成分比较简单(以邓格庄矿区为例, 见表1), 此外个别矿床还有白钨矿(哈狗山金矿区)、菱铁矿(岔河金矿区)。

据黄铁矿石脉型金矿石中单矿物化学分析结果表明, 含金矿物主要为黄铁矿(表2)。

表 1 矿物成分表

类 型	金 属 矿 物			非金属矿物
	贵金属矿物	金属硫化物	其 他	
主要	银金矿	黄 铁 矿	褐铁矿	石英、绢云母、长石
次要	自然金、 金银矿	磁黄铁矿、方铅矿、黄 铜矿、闪锌矿、白铁矿	磁铁矿 孔雀石	方解石
微量		毒砂、辉铜矿	蓝铜矿	绿帘石、磷灰石

表 2 矿石中主要单矿物化学分析结果表

矿 物	黄 铁 矿	磁黄铁矿	石 英	绢 云 母
S	60.32%			
Fe	43.99%			
Au	29900ppb	4135ppb	46.9ppb	45.8ppb

根据矿石微量元素含量(见表3)可知, 金与银、砷、锌、铜、铅等元素成正消长关系(见图3)。

据矿物生成顺序和矿物共生组合判断, 矿床至少存在四个成矿阶段(热液期), 依次为: ①黄铁矿-石英阶段; ②石英-黄铁矿-磁黄铁矿阶段; ③金-石英-多金属硫化物阶段; ④石英-碳酸盐阶段。但各矿区各成矿阶段发育程度不同, 如邓格庄矿区早期黄铁矿石阶段不太发育。而哈狗山除上述四个成矿阶段外, 还有⑤晚期石英阶段(表4)。

本区③金-石英-多金属硫化物阶段为金矿物的主要生成阶段。

表 3 黄铁石英脉型金矿微量元素百分含量统计表

元素	Ba	Be	P	Mn	Pb	Ga	Cr	Ti	Nb	V	Sc	Y	Cu	Zr	Zn	Ag	Co	Sr	As	Mo
	-2×10	-3×10	-1×10	-2×10	-3×10	-3×10	-3×10	-1×10	-3×10	-3×10	-3×10	-3×10	-3×10	-3×10	-3×10	-4×10	-3×10	-2×10	-2×20	-3×10
最低值	<1	<1	<1	2	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
最高值	10	<1	≤1	20	400	3	2	1	<1	<1	1	4	400	5	>100	>30	4	3	60	<1
近似中值	1.5	<1	—1	5.4	61	1.4	<1	<1	<1	<1	<1	2.3	111	1	21	19	1.1	<1	13	<1

注：哈狗山金矿区光谱分析结果平均值，部分样未作金含量化学分析

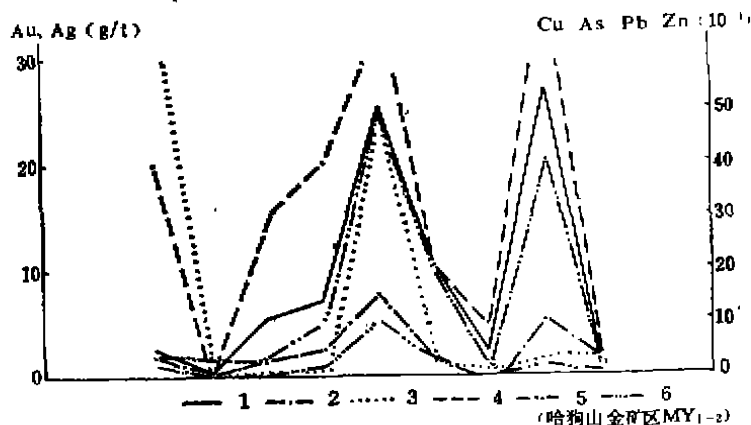


图 3 元素含量曲线图

1—Au; 2—As; 3—Zn; (哈狗山金矿区MY₁₋₂) 4—Ag; 5—Cu; 6—Pb

矿物生成顺序	成矿期	热液期					表生期
		石英	石英黄铁矿	石英多金属硫化物	碳酸盐	石英	
黄铁矿	—	—	—	—	—	—	—
石英	—	—	—	—	—	—	—
磁黄铁矿	—	—	—	—	—	—	—
白钨矿	—	—	—	—	—	—	—
黄铜矿	—	—	—	—	—	—	—
闪锌矿	—	—	—	—	—	—	—
自然金	—	—	—	—	—	—	—
银金矿	—	—	—	—	—	—	—
赤铁矿	—	—	—	—	—	—	—
方铅矿	—	—	—	—	—	—	—
绢云母	—	—	—	—	—	—	—
方解石白云石	—	—	—	—	—	—	—
褐铁矿	—	—	—	—	—	—	—
孔雀石铜蓝	—	—	—	—	—	—	—
高岭土	—	—	—	—	—	—	—

4. 金的赋存状态及富集规律

金矿物主要呈金-银固溶体系列的独立矿物产出, 呈淡金黄色, 少量呈浓金黄色及黄白色。电子探针分析结果, 金矿物以银金矿为主, 也有少量的自然金和金银矿(见表5)。金的成色为704.1。

表5 金矿物电子探针分析结果表

样品编号	金矿物名称	分析结果(%)	
		Au	Ag
1	自然金	88.43	11.44
2	自然金	81.34	18.73
3	银金矿	70.68	29.76
4	银金矿	68.13	30.85
5	金银矿	45.22	55.45

(1) 金的赋存状态

自然金往往在中细粒黄铁矿中呈浑圆粒状包体或沿黄铁矿裂隙分布。而银金矿多沿黄铁矿和脉石英颗粒间隙分布, 或充填在黄铁矿毒砂的孔隙中部分金银矿则包含在黄铁矿的边缘。产在中细粒黄铁矿中呈包体或裂隙金的自然金或银金矿形成略早, 成色较高, 而与后期多金属硫化物伴生的金银矿或银金矿成色较低, 但数量较高。

由于金银矿物多为粒间金、包体金和裂隙金(见表6), 故金矿物常受载体矿物的裂隙、孔隙和颗粒间隙所控制。主要为粒状、板片状、枝叉状、针状及不规则状。统计表明, 金矿物集中于微细粒级中。如邓格庄矿床10—74 μm 级占86%, 10—0.5 μm 级占9.6%, 而小于0.5 μm 级很少, 故金矿物颗粒属微细粒级。

表6 银金矿赋存类型及赋存部位统计表

赋存类型	包体金	%	粒间金	%	裂隙金	%
赋存部位	黄铁矿	17.94	黄铁矿 石英	60.23	黄铁矿	5.30
	黄铜矿	0.34	黄铁矿 黄铜矿	1.38	黄铜矿	0.04
	石英	4.80	黄铁矿 毒砂	0.44	毒砂	1.04
	毒砂	0.08	黄铁矿粒间	3.15	石英	0.55
			毒砂 石英	1.06		
			毒砂粒间	0.02		
			石英粒间	3.66		
合计		23.13		69.94		6.92

(2) 金的富集规律

①金主要产在含金黄铁矿石英脉中, 矿脉拐弯、膨大、产状由陡变缓有利于金的沉淀富集, 常在这些部位形成金矿体。

②金与黄铁矿的关系特别密切, 金牛山主干断裂两侧的岔河、山上里、邓格庄金矿区更为明显, 黄铁矿含量增高金品位也显著增高。据邓格庄金矿区统计结果表明近90%的金矿物与黄铁矿共生, 单矿物分析结果黄铁矿的含金量最高(见表7)。而金牛山主脉中的金牛山、哈狗山金矿区局部地段无此规律。

表 7. 单矿物含金量性分析结果表

矿 物 名 称	黄铁矿	黄铜矿	磁黄铁矿	方铅矿	石英	绢云母	菱铁矿	褐铁矿
含 金 量 (g/t)	19.25	8.9	4.13	0.25	0.024	0.045	0.008	0.850

③本区金与多金属硫化物、毒砂关系密切, 以上矿物增多金品位明显增高, 据分析结果表明矿石中金与银、铜、砷、铅、锌成正相关关系, 特别与铜、砷更为明显。

④矿脉两侧的蚀变花岗岩金无明显富集。

⑤在空间上同一条矿脉中金和银略显垂直分带, 随矿脉深度增加Ag/Au比值降低, 金在矿脉中部较富集, 而银多集中在矿脉的中上部。

二、成矿物质来源和成矿时代

1. 地层与花岗岩

区内出露地层主要为晚太古宙胶东群和元古宙粉子山群变质岩, 胶东群分布在金牛山成矿带西部, 或在昆嵛山花岗岩中呈捕虏体或残留体存在。

胶东群主要岩石有由斜长片麻岩、斜长角闪岩、透闪透辉岩、变粒岩、片岩、大理岩和长石石英岩。原岩恢复属基-中酸性火山岩及泥沙质沉积建造, 伴有碳酸盐沉积。

昆嵛山花岗岩为成矿带金矿的主要围岩, 分布在金牛山成矿带及其东部, 尽管岩体的不同部位在岩石结构、构造上有差别, 但它们的化学成分和矿物成分很相似, 接近正常花岗岩(见表8)。副矿物锆石有熔蚀、自生和再生现象, 且有少量细小浑圆状的浅紫色和紫红色锆石, 与胶东群中锆石物理特征基本相似。岩石结构主要有花岗变晶结构, 变斑结构, 斜长石及钾长石变斑晶中包含有黑云母及斜长石等似环带结构, 环带状斜长石被钾长石交代后使钾长石具环带结构, 以及净边结构, 表明岩石交代强烈。而根据岩体中有熔融包体(据沈阳所资料)这一事实, 说明花岗岩虽以硅酸盐熔浆存在(但也不排除固态交代尚有少量熔浆存在)。根据花岗岩与胶东群既有侵入接触也呈过渡关系, 在岩体中既有残留体也有捕虏体存在, 且昆嵛山花岗岩片麻理产状及其中残留体的产状与其周围胶东群地层产状一致, 这些事实足以说明昆嵛山花岗岩是胶东群演化而来的半原地型交代重熔花岗岩。金的丰度值7.03ppb。生成时代尚有待研究(1827Ma, 沈阳所; 7Ma 山东地质三队)。

2. 同位素组成

(1) 硫同位素: 对本区花岗岩、胶东群变质岩、和硫化物石英脉中黄铁矿、个别方铅矿和黄铜矿硫同位素组成测定结果见表9。昆嵛山细粒含石榴花岗岩 $\delta^{34}\text{S}$ 高达+14.9‰, 硫源可能为被交代的胶东群变质沉积岩; 而中粗粒花岗岩的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为+3.89‰, 可能与成岩后受到改造有幔源物质加入有关, 邓格庄附近花岗岩 $\delta^{34}\text{S}$ 值为8.5‰, 这与胶东群 $\delta^{34}\text{S}$ 值+9.19‰很接近, 而黄铁石英脉与含金量黄铁石英脉 $\delta^{34}\text{S}$ 值的范围(+6.4—11.7‰), 同本区矿脉 $\delta^{34}\text{S}$ 值8.29(平均值)、花岗岩 $\delta^{34}\text{S}$ 值8.5‰及胶东群 $\delta^{34}\text{S}$ 8.29‰, 三者有近似的同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值, 说明三者硫源的一致性。

表 9 硫同位素测定结果计算表

采样位置	样品类型	样品数	$\delta^{34}\text{S}(\%)$			资料来源
			平均值	极差	标准差	
金牛山主脉	黄铁矿	4	+7.18			山东地矿局三队
拉子沟主脉	黄铁矿石英脉	1	+9.7			
小辛洞主脉	黄铁矿石英脉	1	+8.8			
哈沟山主脉	黄铁矿石英脉	2	+8.6			
邓格庄Ⅰ号脉	黄铁矿石英脉	13	+8.05	7.92	2.08	
邓格庄Ⅱ号脉	黄铁矿石英脉	8	7.41	3.3	1.11	
昆崙山	细粒含石榴石花岗岩	1	+14.9			
昆崙山	中粗粒花岗岩	1	+8.5			
昆崙山塔顶西	中粗粒花岗岩	1	+3.89			
胶东群盖岩组	变质岩	2	+6.9			沈阳地矿所
胶东群民山组	变质岩	6	+9.96			

表10 氢氧同位素分析计算结果表

样品类型	测定矿物	$\delta\text{D}(\%)$	$\delta^{18}\text{O}(\%)$ 石英	$\delta^{18}\text{O}(\%)$ 水	矿物形成温度 ($^{\circ}\text{C}$)
昆崙山细粒含石榴石花岗岩	石英 斜长石		+10.9 +9.0		514.25
昆崙山中粗粒片麻状花岗岩	石英 斜长石		+8.9 +7.1		538.8
昆崙山中粗粒(块状)花岗岩(邓格庄)	石英 斜长石	-72.5	9.2 +7.6	+8—+7.61	584.9
邓格庄含金石英脉	石英	-71.3	+11.65	+2.70	
邓格庄含金石英脉	石英		+16.28	+7.33	
邓格庄含金石英脉	石英	-82.6	+12.67	+3.72	

(2) 氢氧同位素: 对昆崙山花岗岩和金矿脉作了氧同位素测定和包体水氢同位素测定, 测定数据和计算结果见表10, 并将计算结果作 $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$ 图 (图4)。从图中可以看出, 花岗岩投影点落在岩浆水范围内。含金石英脉投影点落在岩浆水周围靠近变质水和雨水线之间。可以推断出含金岩浆的热液通过花岗岩时与造岩矿物发生同位素交换, 并与少量的雨水成因地下水、变质水混合而形成含金石英脉。

表11

岩体名称	采样地点	测定对象	测定方法年龄 (Ma)	测定及送样单位、时间
昆崙山细粒含石榴石 花岗岩	牟平县李家庄— 戚格庄—葛家庄	全岩	铷-锶法等时线年龄 1518.56	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
	文登晒字乡宋家庄村北	全岩	740.57	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
昆崙山中粗粒花岗岩	高陵上王格庄村西北300m	全岩	702.69	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
	邓格庄矿区	全岩	164.69	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
老师坟似斑状二长花岗岩	牟平县林岗老师坟采石场	全岩	184.03	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
	乳山县冯家一观上一高家台	全岩	145.54	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
昆崙山岩体 中粗粒花岗岩	邓格庄矿区	全岩—钾长石	145.17	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
	杨家棚矿区	全岩—黑云母	138.33	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
	金牛山矿区蚀变花岗岩		钾-氩同位素年龄150	地质力学研究所 李宇峰 1985年
	文登晒字桃花峪西北采石场	黑云母	钾-氩同位素年龄200—217	石油所 1968年
	牟平县西南陈村	黑云母	钾-氩同位素年龄172—180	石油所805队送样 1987年
	邓格庄蚀变花岗岩		铷-锶模式年龄140 (v)	
	邓格庄、杨家棚 宋家庄高陵	全岩	铷-锶等时线年龄697.61	山东地矿局三队送样, 区队队实 验室制样中科院地质研究所分析
	乳山县北寨村公路桥下	结晶	铷-锶等时线年龄1827	沈阳地矿所

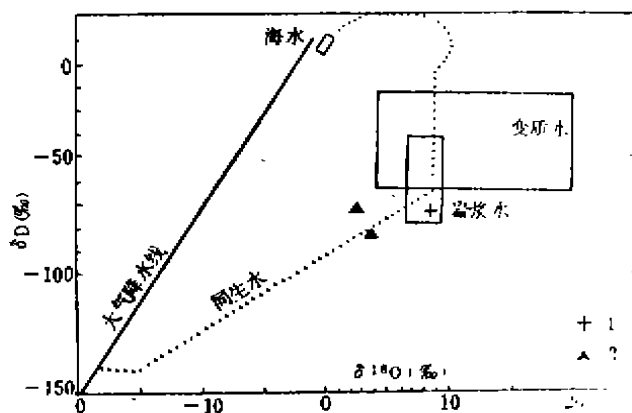


图4 昆嵛山花岗岩和含金石英脉 $\delta D-\delta^{18}O$ 关系图

1—花岗岩；2—石英脉

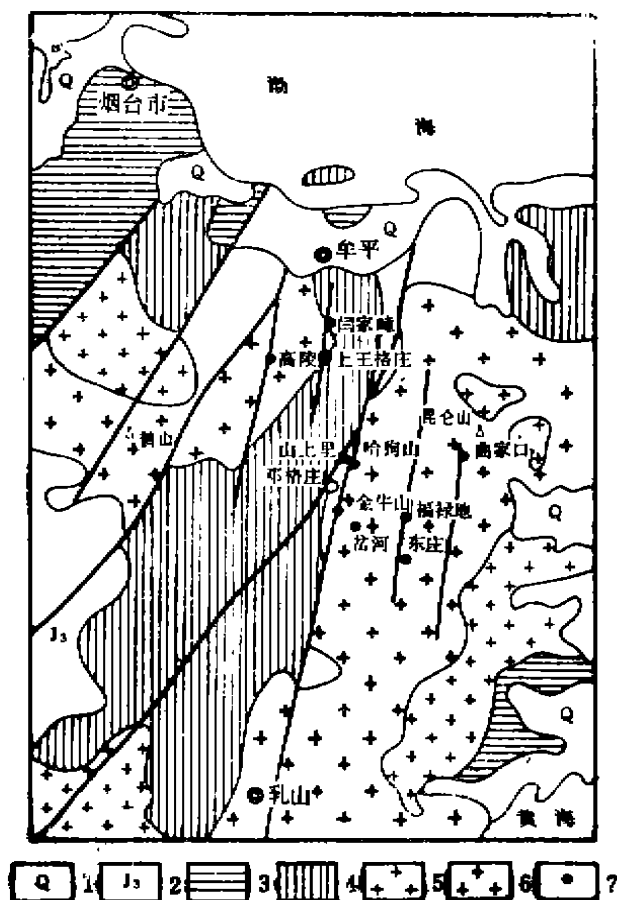


图5 牟平—乳山地区地质构造略图。

1—第四系；2—中生代火山沉积岩；3—元古宙粉子山群；4—太古宙胶东群；5—中生代花岗岩；6—元古宙花岗岩；7—金矿床(点)

(3) 放射性同位素：分析前人所作的放射性同位素年龄测定(表11)，可得出如下见解：

①昆嵛山岩体大约形成于18亿年，后经多次地热事件改造，故测试结果得到几组地质年龄数值，说明岩体不同部位受热事件影响不同。②中生代岩浆活动形成了凉水湾岩体、老师坟岩体，它们的等时线年龄与金牛山、邓格庄矿区蚀变花岗岩、中粗粒花岗岩的等时年龄很接近(164—138Ma)。说明岩体形成对古老岩体有重大影响，与金矿形成有重要的时间关系。③邓格庄蚀变花岗岩、金牛山蚀变花岗岩年龄接近150Ma，因此与蚀变有密切关系的金矿床形成时代与之相当，金矿床形成时代为150Ma年左右。

3. 包体温度

包体种类可分为：① H_2O 包体，分单相水包体和两相水；② CO_2 包体，分单相和两相 CO_2 包裹体；③ CO_2-H_2O 混合包体，为两相(H_2O 溶液+ CO_2 相)或三相(H_2O 溶液+ LCO_2 + VCO_2)包体；④含石英盐矿物或其他固相的多相包体，这仅偶见于花岗岩和伟晶岩中。另外在昆嵛山花岗岩中还见有熔融包体。

均一法测温结果：①花岗岩中次生 CO_2-H_2O 包体均一温度为340—450℃。②蚀变花岗岩中与蚀变有关的包体均一温度400—331℃。③含金石英脉中与黄铁矿有关的均一温度263—287℃，与多金属硫化物有关的均一温度235—240℃。④含金石英脉中次生包体的均一温度104—160℃。

三、断裂构造与金矿的关系

本区金矿床与断裂构造关系十分密切。金矿床绝大多数分布在北北东向断裂中(图5)。

1. 成矿前断裂

(1) 古老的近南北向断裂在航卫片上清晰可见,它对岩体有控制作用(或限制作用)使高陵岩体和昆崙山岩体近南北展布。

(2) 北东向断裂,它属牟平-即墨断裂带的北段,以压扭性左行为主,区内金矿床多分布在此断裂带的东部。其中玉林店海阳断裂被北北东向金牛山断裂所错断。

2. 成矿期断裂

(1) 北北东断裂是本区的主要控矿断裂,在区域上每隔4—5km出现一条。从东到西有曲家口—冯家、福录地、金牛山、上王格庄、高陵等断裂。其中金牛山断裂规模最大,含矿性最好,总体走向北北东10—15°,局部为北北东20°和近南北向,倾向东,局部倾向西,倾角70—85°,断裂面沿走向和倾向呈舒缓波状总长约65km,为压扭性反时针扭动,有时也显张性,此为主带,而与主带同时生成的次级断裂,规模小与主带大至平行,分布其两侧,常赋有较好矿体(如邓格庄、岔河、山上里金矿)。断裂的多期活动,而使矿床有多阶段成矿。

(2) 北北西断裂规模较小,含矿性较差。

3. 成矿后断裂

(1) 北东东向断裂,倾向南,倾角60—75°,一般为反时针扭动,常错断矿体,有煌斑岩脉充填。

(2) 北西向断裂,切断矿体,规模较小,只在哈狗山、邓格庄矿区见到。

(3) 北北东向断裂,较发育且多次活动,破坏显张扭性,使矿体和煌斑岩脉破碎呈角砾状。

四、矿床成因探讨

1. 成矿物质来源

(1) 胶东群变质岩系主体是一套变质火山岩系,其中蓬乔组是中—基性拉斑玄武质火山岩系,含Au稍高(见表12),它经历了区域变质、混合岩化、交代重熔作用,以及多期岩浆活动的影响,改造而使分散的金多次活化、转移、聚集在有利的构造部位(断裂裂隙中)而形成了金矿床,故胶东群(特别是蓬乔组)仍可看成是本区金矿的原始矿源层。

(2) 胶东群变质岩系、昆崙山花岗岩及金矿床三者源的一致性或继承性,说明三者有着密切的成因联系。在客观上,昆崙山花岗岩片麻理产状及其中胶东群残留体产状与周围胶东群地层产状一致,昆崙山花岗岩与胶东群接触关系有侵入接触,也有呈过渡关系,说明花岗岩为半原地交代重熔型花岗岩,由胶东群演化而成。金矿床又产在花岗岩中。

2. 成矿时代

(1) 金矿脉绝大多数充填在北北东向断裂中,有明显的方向性。从区域分析,这些

北北东向断裂为中生代燕山期形成。

表12 山东牟平-乳山地区胶东群变质岩含金量表 (ppb)

含金量 (ppb)	岩石类型 群组	斜长角闪岩	单矿物角闪岩	片麻岩	变粒岩	浅粒岩	片岩	石英岩	透闪透辉岩	大理岩	混合岩	金的平均含量		数据来源
												组	群	
胶东群	蓬乔组	6.70 (10)	7.50 (4)	6.00 (1)	3.80 (11)	2.60		3.00			15.00 (1)	5.22 (36)	3.70	沈阳地矿所
	民山组	3.41 (13)	3.85 (4)	2.41 (11)	4.25 (5)	2.00 (12)	2.00 (2)	5.00 (2)	2.94 (17)	2.60 (15)	8.25 (4)	3.10 (91)		
胶东群	蓬乔组	2.59 (18)		1.43 (21)	1.06 (3)		0.05 (2)	0.85 (2)				1.80 (46)	1.48	山东第三地质队
	民山组	0.99 (18)		0.98 (35)	1.26 (20)		1.69 (19)	1.16 (3)	1.32 (22)	1.13 (13)		1.38 (141)		

(2) 昆崙山花岗岩形成于1800Ma年,后经多次地热事件的改造。

(3) 本区地壳长期隆起和剥蚀,目前昆崙山岩体出露的部分具有中—深带岩石产状特征,也就是说岩体的中上部已剥蚀掉了,而一般岩浆热液矿床都分布在岩体的顶部或上部,由此说明产在昆崙山岩体中的金矿床其母岩并非昆崙山岩体。金矿热液来源可能为隐伏岩体。

(4) 金牛山蚀变花岗岩为150Ma,邓格庄蚀变花岗岩模式年龄140Ma与此接近,故与金矿脉有密切关系,蚀变岩石年龄可视为成矿年龄。又邓格庄矿区、杨家乔矿区的中粗粒花岗岩(昆崙山岩体)等时年龄145.47Ma、138.77Ma,与老师坟岩体、三佛山(凉水湾)岩体等时年龄164.03Ma、145.51Ma也很接近。说明了中生代岩浆活动不仅形成岩体,而且对古老岩体有很大影响,而使锿均一化,故测出年龄为受热改造的年龄。推测可认为这些矿区下部有同源同期的隐伏岩体存在。成矿热液来源于这些隐伏岩体。

综上所述本区金矿床形成时代应与燕山中期老师坟、凉水湾岩体形成时代相当,约为1.5Ma。

3. 成矿热液的形成及成矿模式

金是分散状态元素,要经过长期的多种地质作用才能形成矿床。本区经历了区域变质作用、重熔、深熔岩浆作用以及多期岩浆活动地热事件的改造,而使太古宙胶东群原始赋存的金多次活化、转移、聚集。元古宙重熔、交代形成了昆崙山花岗岩。这时以岩体为中心向外部围岩形成热场梯度下降带在不同热场梯度内,赋存于围岩岩石中矿物粒间或间隙溶液中的金、银、硫、铜、铅等成矿组分具有不同的热焐值,根据孤立体系中焐增原理;这些成矿元素向高焐值的方向运移,如图6。同时由于对流分异作用,岩浆中的矿化元素、碱性元素和挥发组分可以在岩体的上部聚集,这样在岩体周围和边部形成金聚集区,如图6所示,虽未形成矿床,却对成矿起着巨大作用。

中生代由于太平洋板块向欧亚板块俯冲挤压和幔源物质上涌,以及断裂作用释放出巨大热量,使其在本区产生了高热源而引起深部岩石重熔,也包括昆崙山岩体再熔及受热改造,而形成燕山中期花岗岩侵入形成老师坟、凉水湾岩体(在金牛山地区为隐伏岩

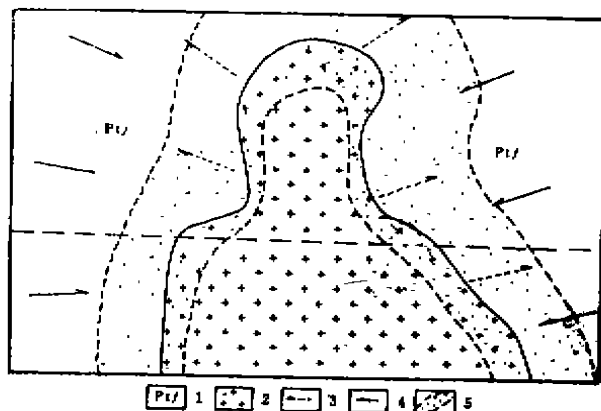


图 6 金聚集示意图 (元古代)

1—胶东群; 2—昆崙山花岗岩; 3—热场梯度;
4—热梯度; 5—金聚集区

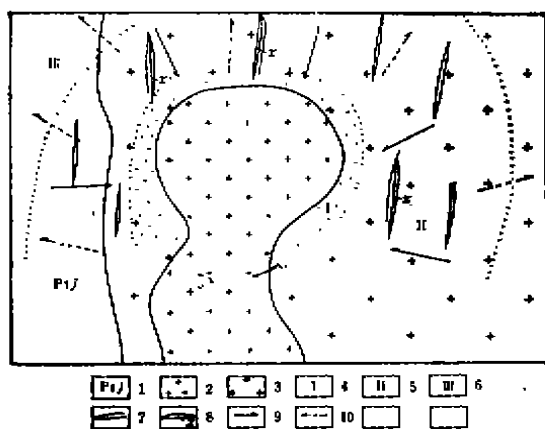


图 7 金牛山成矿带金矿床成矿模式

1—胶东群; 2—燕山期花岗岩; 3—元古宙昆崙山花岗岩;
4—矿液转移带; 5—矿液充填带; 6—矿液前锋带;
7—矿脉; 8—煌斑岩; 9—热梯度; 10—热场梯度

燕山中晚期,矿脉严格受北北东向断裂控制。因此找矿方向应为昆崙山岩体、鹫山岩体及高陵岩体的边部有向北北东断裂的部位,如果有燕山期花岗岩侵入则是最理想的成矿场所。找矿工作最好配合化探,如果有Cu、Pb、Zn、As综合异常及Au、Ag异常的地段,地表又有绢英岩化、硅化、钾化及石英脉存在,则有望寻找到较好的金矿床。

本文承蒙沈阳地质矿产研究所李才春副研究员、本队总工车相贵高级工程师指导审阅,董延致工程师提出宝贵意见,部分图件由林建华、蔡玉菲绘制,在此谨致谢意。

参考文献 (略)

体使上覆昆崙山花岗岩受热改造)。如前所述成矿元素在金牛山地区再次聚集,由于断裂活动,又引起相分离作用使形成岩浆中气-液组分通过岩浆房而连通断裂挤入断裂中。断裂的出现而形成低温低压扩容带,上述再次聚集在岩体周围的成矿元素、碱性元素和挥发分的气液组分迅速向断裂汇集、运移、沉淀,而形成含金石英脉(矿脉),同时对围岩进行交代形成各种蚀变岩。由于构造运动(断裂活动)的继承性,而使成矿热液具有脉动性。因此,金矿床具有多期多阶段成矿的特点。金牛山地区金矿床的成矿模式大致如图7所示。

4. 矿床成因类型

成矿方式是以充填作用为主;成矿温度在104—287°之间。矿石物质成分以石英为主,金属硫化物较多(主要为黄铁矿),属高硫金-黄铁矿-石英建造。

综上所述金牛山成矿带金矿床成因类型应属中温岩浆热液金矿床。

结束语

本文通过金牛山成矿带金矿基本地质特征及金矿成因研究,可初步归纳为:金矿床产出部位在元古宙花岗岩-昆崙山岩体的边部,成矿时代在

THE GENESIS AND PRINCIPAL CHARACTERISTICS OF THE GOLD DEPOSITS IN JINNIUSHAN MINERALIZED BELT, SHANDONG

Zhang Shigan

(No.3 Geology Party, MGMR, Shandong Province)

Abstract

The Jinniushan mineralized belt runs in Muping-Rushan area of the eastern part of eastern Shandong. More than 40 gold deposits (or mineral occurrences) have been found along the mineralized belt. Recently, a large gold deposit, Denggezhuang gold deposit has been prospected and appraised and some median and small ore deposits are being prospected in this belt. This paper tries to discuss the genesis of high-S quartz-vein-type gold deposits in the eastern part of eastern Shandong based on geological characteristics of such representative deposits as Jinniushan gold deposit and so on in this mineralized belt.

The gold deposits are distinctly controlled by the metamorphic rocks of Pengkuang Formation of Archaean Jiaodong Group (grano-greenstone zone) and the marginal part of Proterozoic Kunyushan granite body. The orebodies are vein-like and occur in gold-bearing pyrite quartz veins with rather high sulphur. The author considers that the Kunyushan granite should be autochthonous and/or subautochthonous replaced-anatexis granite with double character of replacing and emplacement, that this granite body is not the ore-forming mother rock but host rock of the gold deposit and that the mother rock should be a blind rock of Mesozoic age under the Kunyushan granite body. A minerogenetic model of the gold deposits is proposed in this paper. The ore-controlling direction of the gold deposits is along NEN-trending fracture structures and the contact zone between the Jiaodong Group and the Kunyushan granite is favourable to search for gold deposits. Genetically, the gold deposits are magmatic mesothermal gold deposits.