

# 招掖金矿化带金矿成矿模式 及资源总量估计

郭光裕 林卓虹 张俊苓

**提 要** 本文对招掖金矿化带的控矿地质条件进行野外及室内研究,建立了金矿床形成的地质概念模型,并在此基础上确定最佳控矿地质标志组合,模拟数学模型,对招掖金矿化带金矿产资源总量进行了定量估计。

**关键词** 招掖 金矿化带 成矿模式 资源估计

## 1 地质概况

招掖金矿化带位于胶东隆起西部,沂沐深大断裂东侧。出露地层以上太古一下元古界胶东群为主,其次为元古界粉子山群和蓬莱群,少量中生界侏罗系、白垩系。新生界第三系、第四系零星分布于断陷盆地中。胶东群系海相中基性火山岩、火山沉积岩、沉积岩经区域变质作用形成。厚 8410~23087 米。金平均含量 0.012g/t(表 1)。

区域构造活动分早、晚两期。早期发生在晚元古代以后,以水平运动为主。晚期时代为中生代和新生代,以垂直运动为主。自中生代以来,沂沐深大断裂不断活动,全区普遍发育北东向、北北东向,北东东向断裂构造,使该区岩石破碎、裂隙、孔洞纵横、成为地壳脆弱带。

招掖金矿化带上分布最广的是玲珑花岗岩,包括玲珑岩体、郭家岭岩体、滦家河岩体。岩体受密集分布的北东向,北北东向,北东东向断裂构造控制,横断掖县—栖霞复背斜,沿北北东向分布(图 1)。花岗岩是该区金矿床的直接围岩,金平均含量为 0.0047g/t。

矿化带上已知金矿点 160 余处,其中大、中型金矿床 24 处。已探明的金矿储量居全国之首,是我国最重要的黄金开发源地之一。

野外及室内地质研究结果表明,金矿床属于中温热液充填型,包括含金石英脉和含金蚀变破碎花岗岩两个自然类型。它们之间的差异是同源、同因含金热液在迁移演化过程中,所处裂隙性质及相应的物理化学环境不同造成的。金矿床赋存在上述北东向,北北东向,北东向断裂裂隙及次一级构造裂隙中。控矿断裂构造具有长期、间断、继承活动,以及总体压性、压扭性,局部张性、张扭性特点。

表 1 各地质体金的丰度表

Table 1. Gold abundance of rock units in Zhao—Ye metallogenic belt

地质体		金的地球化学特征		
		最高(ppm)	平均(ppm)	富集系数
地 层	胶东群(492)	0.49	0.012	4.0
	粉子山群(86)	0.022	0.0029	0.97
	蓬莱群(51)	0.016	0.0035	1.17
花 岗 岩	玲珑岩体(155)	0.035	0.0047	1.17
	崂山岩体(20)	0.007	0.0012	0.30
	昆嵛山岩体(20)	0.027	0.0016	0.40
脉 岩	中基性(28)	0.011	0.0043	1.08
	酸性(12)	0.008	0.0027	0.68
	非矿化石英脉(27)	0.009	0.0057	1.43
	面积加权平均	0.011	0.0045	1.13
金 矿 化 体	绢英岩带(70)	0.70	0.0252	6.30
	金矿化石英脉(35)	2.45	0.618	154.5
	金矿脉(1010)	124.11	2.6241	656.03

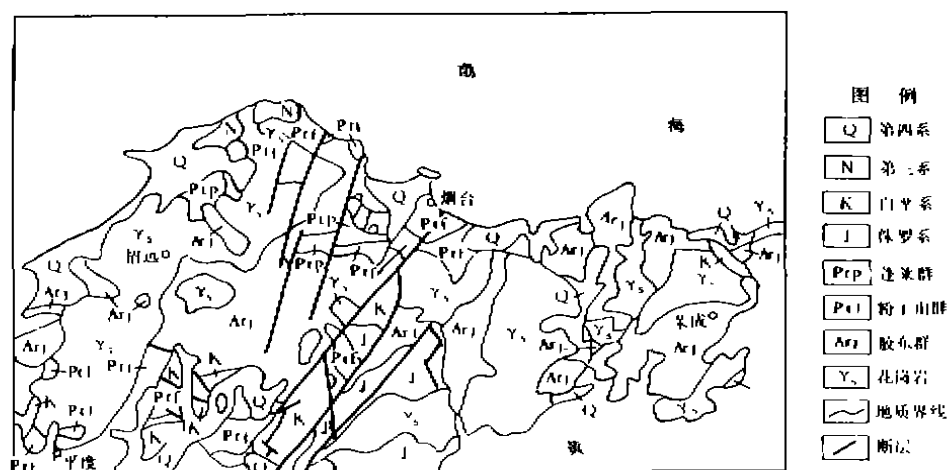


图 1 山东胶东半岛地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Jiaodong Area, Shandong Province

## 2 金矿床形成的地质概念模型

本文从金矿床的控矿地质条件研究入手,建立金矿床形成的地质概念模型。以便在此基础上确定最佳控矿地质标志组合,模拟数学模型,定量估计招掖金矿化带金矿产资源总量。为此,重点研究了下列问题:

- a. 金的来源;
- b. 金的活化、转移;
- c. 金的迁移、富集成矿;
- d. 金矿体的改造。

经地质学、矿床学、矿物学、地球化学、数学地质学多学科综合研究,认为该区金矿床是中生代时断裂构造活动引发地壳深部岩浆向上侵染同化围岩,使金活化转移再生而成。金矿床形成的必要条件是:

- a. 金矿床形成的前导,胶东群地层作为矿源层奠定了物质基础。
- b. 北东向、北北东向、北东东向断裂构造活动不但控制了花岗岩的形成、发展和分布,而且控制了金矿床的成生和分布。
- c. 花岗岩的形成、发展过程,促进了金的活化、转移、迁移、富集成矿。

金矿化的具体过程如下:

太古代时,胶东地区为一海相火山沉积环境,形成了巨厚的中基性火山岩、火山沉积岩、沉积岩岩层。其中含有大量呈分散状态的金。在漫长的地质历史进程中,虽经历了成岩作用,以及中深区域变质作用,并没能形成金的大规模富集,只是在矿化带所处空间上,形成了金的高地球化学背景,为后来的金矿化准备了矿源层。

中生代时,沂沭深大断裂构造活动不断加强,处于活动范围内的招掖地区多次交替产生南北向压应力,东西向张应力,以及北西—南东向压应力,北东—南西向张应力。在矿化带所处空间上,形成平行密集、延深很大的北北东向、北东向、北东东向断裂构造裂隙,使该区成为地壳脆弱带。地壳深部处于高温、高压下准稳定状态的酸性熔融岩浆,由于上部压力的骤然降低而突破界面,沿裂隙(包括构造裂隙、层间裂隙及层理、片理、片麻理等所有减压空间)向上侵染。由于岩浆相对于围岩的高温、高压性质,还由于岩浆与围岩间物质成分的极大差异,导致岩浆冲决并熔融交代围岩,形成温度为 $780^{\circ}\text{C}\sim 940^{\circ}\text{C}$ 的混染型熔融岩浆。裂隙发育处,岩浆对围岩熔蚀交代充分,形成当今我们所见及的花岗岩类。裂隙稀疏地段,岩浆对围岩交代不充分,则形成包含有围岩残留体的各种混合岩化岩石。花岗岩的这一成因机制,使之具有“岩浆花岗岩”和“交代花岗岩”双重特征。

随着围岩的被熔蚀,胶东群地层中的金转移到岩浆中去,在新的环境(高温、高压、熔融、酸性、高挥发分)中,金活化并同挥发分一起,在长期多次岩浆活动中迁移、分异、富集。当岩浆温度降低到 $360\sim 460^{\circ}\text{C}$ 时,发生凝固结晶,导致岩浆熔体和热液分离。此时,热液呈弱碱性。一部分金分散于花岗岩中,另一部分金转入到热液中,以金的硫化物、硫砷化物、硫代硫酸盐等络

合物形式随热液迁移。花岗岩成岩以后,由于断裂构造活动的复活,一些被愈合了的构造裂隙重新发生。花岗岩体内部这种局部空间上的减压活动,使分散于花岗岩中的粒间溶液向裂隙集中,导致金的进一步迁移富集。就控制热液活动的断裂构造活动而言,大体上分为两期:

第一期构造活动,主应力方向为北西—南东向,在区域上形成北东向为主的断裂构造带。带内发育密集的、互相平行的压性裂隙,伴有挤压片理、构造透镜体、压碎岩、糜棱岩、断层泥等。与之相伴随,发生第一期金矿化。热液呈中性—弱碱性。石英包体测试温度 360~420℃(均一法为主,参考爆裂法)。热液沿裂隙迁移,并以扩散为主的交代方式使花岗岩绢云母化、硅化。在区域上沿断裂构造带形成绢英岩化破碎花岗岩带。从表 2 可见,绢英岩化过程是热液向围岩输入钾、硅,带出钠、钙、镁、铁、钛的交代过程。该过程使热液性质逐步发生改变,促进金的进一步富集。该期金矿化强度不高,绢英岩的平均含量仅为 0.0252g/t。从图 2 可见,仅当第二期金矿化活动(穿插细脉状、网脉状石英脉、黄铁矿脉、多金属硫化物脉)与之叠加时,金含量才会有大幅度增长,而与花岗岩的蚀变强度关系不大。

表 2 绢英岩化过程中金属原子相对含量变化表

Table 2. Atom content of metal elements during sercite—quartz alteration

岩 性	金属原子相对百分比 %										Na K	Ca+Mg Si	Na+Ca+Mg K+Si
	Si	Ti	Al	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Mn	Mg	Ca	Na	K			
花岗岩(玲珑)	67.28	0.22	16.30	0.76	1.09	0.11	0.65	2.07	7.07	4.46	1.59	0.0404	0.1365
花岗岩(郭家岭)	63.88	0.33	16.70	1.19	1.63	0.11	1.74	3.05	6.51	4.66	1.40	0.0781	0.1649
绢英岩化花岗岩	70.11	0.06	15.73	0.28	0.34	0	0.17	0.63	7.39	5.28	1.40	0.0114	0.1086
绢英岩化石英二长岩	71.05	0.11	14.50	0.57	0.34	0.06	0.34	0.63	5.77	6.51	0.69	0.0137	0.0869
绢英岩化石英二长岩	71.30	0.11	14.69	0.40	0.40	0	0.23	0.74	6.44	5.69	1.13	0.0136	0.0962
红化花岗岩	71.01	0.06	16.47	0.23	0.87	0.06	0.17	0.12	5.53	5.47	1.01	0.0041	0.0761
黄铁矿化绢英岩	74.99	0.12	16.28	0.48	1.14	0.06	0.42	0.06	0.30	6.10	0.05	0.0064	0.0096
黄铁矿化绢英岩	72.02	0.12	17.45	0.48	1.68	0.06	0.42	0	0.72	7.04	0.10	0.0058	0.0144

第二期构造活动主应力方向为北西西—南东东向,在区域上形成压扭性为主的断裂构造带。金矿化主要受这一期构造活动控制,热液呈弱酸性。石英包体测试温度 200~320℃(均一法为主,参考爆裂法)。由于构造活动具有脉动、继承和由强变弱的特点,与之相对应,金矿化也是多阶段的。

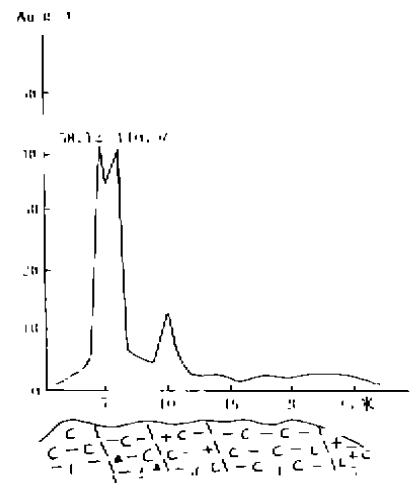
第一阶段构造活动形成的裂隙,主体为压扭性,局部为张扭性。与之相伴随,发生第一阶段金矿化。在压扭性裂隙中充填细脉状、网脉状石英、黄铁矿。在张扭性裂隙中充填黄铁矿石英脉。脉中常见石英集合体包裹绢英岩碎块,或呈细脉穿插绢英岩。石英乳白色,半自形晶为主,少量自形晶和它形晶,晶簇和晶洞发育。黄铁矿含量不高,呈斑晶和斑块状集合体分布于石英脉中。一般颗粒粗大,半自形晶、自形晶为主。金呈银金矿和少量自然金赋存于黄铁矿、石英晶体、晶隙中。金的成色较高,银金矿中金平均含量 70.99%,银平均含量 28.11%。Au/Ag 平均值 2.61。自然金中金平均含量 81.28%,银平均含量 15.65%,Au/Ag 平均值 5.22。矿石以含

金黄铁石英英为主,  $Au/Ag$  平均值 0.18。石英包体测试温度  $300\sim 320^{\circ}\text{C}$  (均一法为主, 参考爆裂法)。第一阶段金矿化强度较低, 金含量一般  $0.07\sim 5.44\text{g/t}$ , 平均  $0.62\text{g/t}$ , 最高  $16.14\text{g/t}$ 。提供的金矿产资源量仅占矿产资源总量的 6.02%。

第二阶段构造活动形成的裂隙总体仍为压扭性。活动强度比第一阶段小, 裂隙只在第一阶段构造裂隙的局部空间上发生。与之相伴随, 发生第二阶段金矿化。在张扭性裂隙中充填灰白色石英黄铁矿脉。在压扭性裂隙中充填灰白色石英黄铁矿细脉、网脉。见灰白色石英黄铁矿细脉穿插乳白色石英脉, 乳白色石英角砾为灰白色石英胶结现象。石英灰白色、灰色, 它形晶为主, 少量半自形晶体。早世代的黄铁矿呈中—粗粒半自形晶或它形不规则状晶体, 表面有较多裂纹。晚世代的黄铁矿多呈细粒状或烟尘状集合体产出。此外, 有少量磁黄铁矿。金矿物以银金矿为主, 少量自然金。它们赋存于黄铁矿、磁黄铁矿、石英晶体的晶隙、裂隙中。金的成色较高, 银金矿中金平均含量 69.72%。银平均含量 26.97%,  $Au/Ag$  平均值 2.63。自然金中金平均含量 83.37%, 银平均含量 12.87%,  $Au/Ag$  平均值为 6.48。矿石以含金灰白色石英黄铁矿和块状黄铁矿为主,  $Au/Ag$  平均值 2.04。石英包体测试温度  $260\sim 320^{\circ}\text{C}$  (均一法为主, 参考爆裂法)。第二阶段金矿化强度很高, 金含量一般  $1.19\sim 130.97\text{g/t}$ , 平均  $12.49\text{g/t}$ , 最高  $424.11\text{g/t}$ 。提供的金矿产资源量占矿床资源总量的 76.52%, 是最重要的矿化阶段。

第三阶段构造活动比第二阶段更弱, 只在局部空间上形成张扭性裂隙。与之相伴随, 发生第三阶段金矿化。在裂隙中充填含金石英(方解石)多金属硫化物脉、细脉、网脉。见多金属硫化物脉穿插灰白色石英黄铁矿脉和乳白色石英脉, 以及乳白色石英脉中晶洞重新张开, 多金属硫化物充填现象。常见的金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、斜方辉铅铋矿、毒砂等, 呈不规则脉状和团块状集合体分布。脉石矿物为石英、方解石、金矿物以银金矿为主, 少量金银矿。它们赋存于上述矿物的晶体、晶隙、裂隙中。金成色较低, 银金矿中金平均含量 64.66%, 银平均含量 35.56%。金银矿中金平均含量 48.27%, 银平均含量 53.10%,  $Au/Ag$  平均值 0.91。矿石以含金石英(方解石)多金属硫化物为主,  $Au/Ag$  平均值 0.26。石英包体测试温度  $200\sim 230^{\circ}\text{C}$  (均一法为主, 参考爆裂法)。第三阶段金矿化强度也很高, 金含量一般  $0.1\sim 38.47\text{g/t}$ , 平均  $1.92\text{g/t}$ , 最高  $172.43\text{g/t}$ 。提供的金矿产资源量占矿产资源总量的 17.4%。

上述两个构造活动期形成的绢英岩化花岗岩带和金矿化带, 大体上发育在相同的空间上。三个金矿化阶段形成的金矿体及其原生晕也大致迭加在一起。



图例说明: 1. 绢英岩; 2. 含金黄铁石英英细脉穿插的绢英岩; 3. 绢英岩化花岗岩; 4. 绢英岩夹绢英岩化花岗岩; 5. 绢英岩化花岗岩

图 2 金含量与花岗岩蚀变强度关系图

Fig. 2 Plot showing relation between gold content and alteration intensity

断裂构造活动对矿床规模起了积极的控制作用,储矿断裂构造规模愈大,矿脉长度愈长,金矿资源量也愈大。从图3可见,矿脉长度和金矿资源量之间存在共消长关系。经相关分析,二者之间相关系数高达0.8481。当信度为0.05,自由度为10时,相关系数临界值 $r_{0.05}(10)=0.5760$ ,表明矿脉长度(L)与金矿资源量(A)之间具有紧密线性相关关系。经模拟得回归方程式:

$$A = \exp [1.9745 \ln L$$

5.8008]

断裂构造活动还严格控制金矿体的形态和分布。这是因为储矿断裂构造一般为压扭

性,断层面具有舒缓波状分布特征。由于围岩是成分和结构相对均匀的花岗岩,波峰、波谷等构造结构面在空间上的分布相对均匀而显现一定规律性。不但使严格受构造面控制的矿体在形态上呈透镜体状,而且在空间分布上具有沿一定方向和角度向下呈多层侧列式分布特征。

表3列出了金及其伴生元素在不同矿化期,矿化阶段中的平均值、金与其它元素含量的比值。不难看出,金主要在第二期富集成矿。在三个矿化阶段中,金及其伴生元素砷、铋、碲、锰等主要富集在第二阶段,第三阶段也有较大富集。银、铜、铅、锌、铈、硒等主要富集于第三阶段,第二阶段也有一定富集。钼主要在第一矿化期集中。从第一期到第二期的第三阶段,贵金属和多金属含量总和不断增加,且在第三阶段有最大值7591.4g/t。Au/Ag平均值自第一期至第二期的第二阶段大幅度上升,到第三阶段下降。各阶段最佳地球化学标志组合为:

第一阶段:金、银、钨

第二阶段:金、银、铋、碲

第三阶段:金、银、铜、砷、硒、铋、铜、锌、钨

矿体上部晕自矿体向上分带序列为:

锰→金、碲→银、砷→铜、铅

表生作用下,金矿化露头遭受淋滤,剥蚀。导致金及其伴生元素迁移,分散。在更大的范围内形成以最佳标志元素组合金—银—铋—铅为特征的金矿化地球化学次生分散晕。

图4给出了金矿床形成地质概念模型图解。

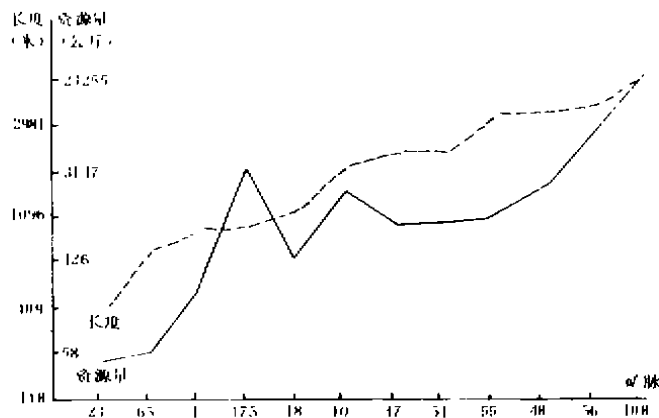


图3 玲珑金矿田矿脉长度与金矿资源量间的共消长关系

Fig. 3 Plot showing relation between gold resource amount and length of ore vein in Linglong gold ore field

表3 金及其伴生元素在不同矿化期、矿化阶段富集特征表

Table 3. Ore-forming element concentration characteristics of different stages

项目	第一矿化期(14)		第二矿化期					
	浓度 (ppm)	金和该 元素比	第一阶段(17)*		第二阶段(15)		第三阶段(15)	
			浓度 ppm	金和该 元素比	浓度 ppm	金和该 元素比	浓度 ppm	金和该 元素比
Au	0.014	1	0.139	1	18.443	1	14.471	1
Ag	0.321	0.0436	0.783	0.1762	9.057	2.0363	56.574	0.2558
Cu	28	0.005	39	0.0035	118	0.1563	6215	0.0023
Pb	11	0.0013	50	0.0028	87	0.2120	657	0.0220
Zn	51	0.0003	33	0.0042	20	0.9222	621	0.0233
As	2.36	0.0059	4.74	0.0291	23.79	0.7752	22.59	0.6406
Sb	0.18	0.0778	0.30	0.4600	0.32	57.6344	0.97	14.9186
Bi	0.20	0.0701	0.19	0.7263	1.68	10.9780	0.76	19.0408
Te	0.22	0.0637	0.42	0.3286	2.29	8.0537	1.85	7.8222
Se	0.11	0.1273	0.35	0.3943	0.91	20.2670	1.21	11.9595
Mn	563	0.0000	704	0.0002	1071	0.0172	938	0.0154
W	0.66	0.0211	0.48	0.2857	0.45	40.9844	0.46	31.4587
Ba	712	0.000	80	0.0017	78	0.2364	56	0.2584
$\Sigma 1^{**}$	0.335	—	0.921	—	27.50	—	71.045	—
$\Sigma 2^{***}$	93.07	—	124.70	—	253.99	—	7520.38	—

\* 括弧内为样品数 \*\*  $\Sigma 1 = \text{Au} + \text{Ag}$  \*\*\*  $\Sigma 2 = \text{Cu} + \text{Pb} + \text{Zn} + \text{As} + \text{Bi} + \text{Te} + \text{Se}$ 

### 3 金矿产资源总量估计

成矿模式表明,金矿床的形成是被同化了的那部分胶东群地层中的金活化转移,再分配到各有关地质体中的结果。因此,可把该区金矿产资源量(A)看作是:

- 被同化了的那部分胶东群中的金(a)
- 分散到花岗岩及各种脉岩中的金(M)
- 分配到各类矿化体中的金(N)

的函数。即  $A=f(Q,M,N)$

#### 3.1 被同化了的那部分胶东群地层中金的总量:

成矿模式表明,玲珑花岗岩占据了胶东群地层的空间,是地壳深部岩浆和胶东群地层按一定比例混合而成的。岩浆成分可由矿化带邻近的燕山群“岩浆型”花岗岩—崂山花岗岩表征。设玲珑花岗岩中胶东群成分所占比例为P,则  $D_1P + (1-P)D_2 = D_3$  其中:

$D_1 = 2.76$  为单位体积胶东群岩层的平均重量(实测)

$D_2 = 2.4952$  为单位体积崂山花岗岩的平均重量(实测)

$D_3 = 2.6755$  为单位体积玲珑花岗岩的平均重量(实测)

经计算  $P = 0.6809$ 。表明玲珑花岗岩中胶东群成分占 68.09%，岩浆成分占 31.91%。

被同化了的那部分胶东群地层中金总量 ( $Q$ ) 可用下列模型求得：

$$Q = 1000 \cdot S \cdot H \cdot$$

$$P \cdot D_1 \cdot C_1$$

其中：

$$S = 2167.1307 \text{KM}^2$$

矿化带上玲珑花岗岩的面积 (在 1/5 万地质图上圈定并计算)

$H = 0.5 \text{KM}$  控制深度

$P = 0.6809$  玲珑花岗岩中胶东群成分所占的比例

$$D_1 = 2.76 \text{t/m}^3$$

胶东群岩层平均体重

$$C_1 = 0.012 \text{g/t}$$

胶东群地层金的平均含量 (实测)

经计算得被同化了的那部分胶东群地层中的金总量  $Q$  为 24435.9254 吨

### 3.2 分散到花岗岩及各类脉岩中金总量

从表 1 可见, 把各种脉岩中的金按其出露多少加权平均, 其平均含量与花岗岩中金的平均含量相近。由于各类脉岩均穿插于玲珑花岗岩中, 为计算方便, 用花岗岩的有关参数代替脉岩的参数进行计算。分散到花岗岩及各类脉岩中的金可由下列数学模型计算：

$$M = 1000 \cdot S \cdot H (D_3 \cdot C_3 - q \cdot D_2 \cdot C_2)$$

其中:  $S = 2167.1307 \text{km}^2$  矿化带上玲珑花岗岩的面积 (在 1/5 万地质图上圈定并计算)

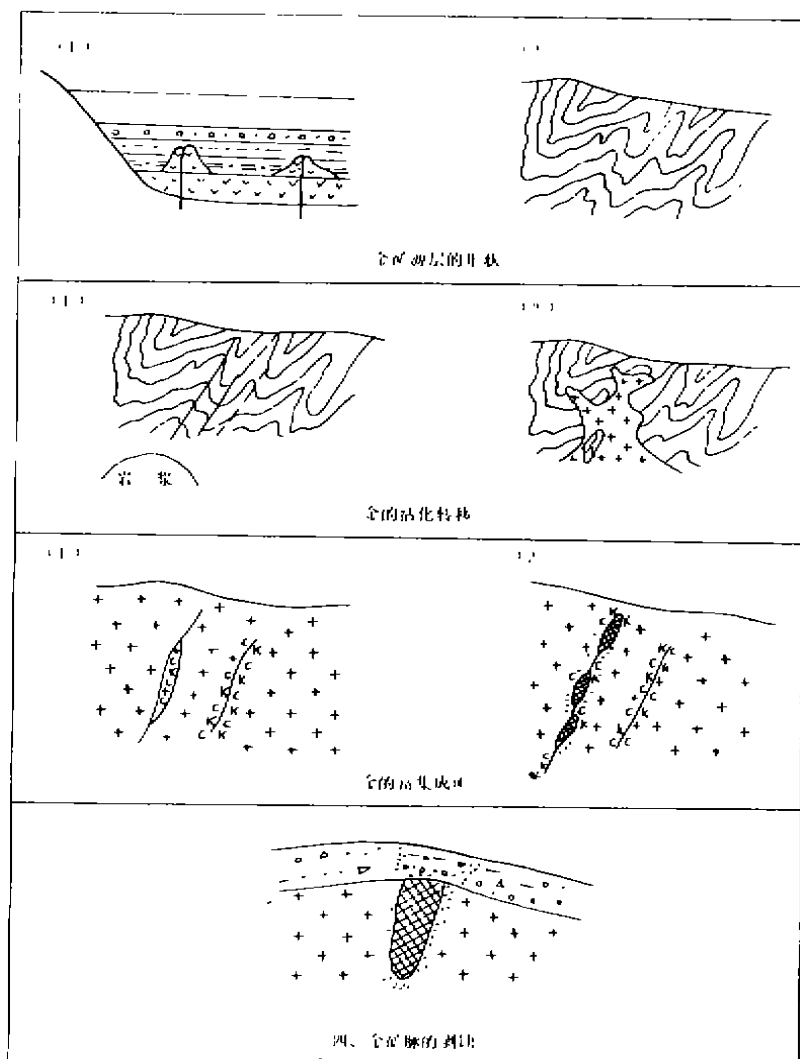


图 4 招掖金矿化带金矿床形成地质概念模式图

Fig. 4 Conceptual model of gold deposits in Zhao-Ye metallogenic belt



$H=0.5\text{km}$  控制深度  
 $q=0.3191$  玲珑花岗岩中岩浆成分所占比例  
 $D_2=2.4952$  崂山花岗岩平均体重  
 $D_3=2.6755$  玲珑花岗岩平均体重  
 $C_2=0.0012\text{g/t}$  崂山花岗岩金的平均含量(实测)  
 $C_3=0.0047\text{g/t}$  玲珑花岗岩金的平均含量(实测)

经计算得分散到花岗岩及各类脉岩中的金总量(M)为 12590.3668 吨。

### 3.3 矿化体中的金总量及其在各类矿化体中的分配

被同化了的这部分胶东群中的金总量,减去分散到花岗岩及各类脉岩中的金总量,即为分配到各类矿化体中的金总量。即  $N=Q-M$ 。经计算得矿化体中的金总量(N)为 11845.5586 吨。

经野外实测及数理统计分析结果,各类矿化体—蚀变岩带、矿石英脉、矿脉(矿床)三者在区域上出露的面积百分比和金平均含量表示在表 4 中。

表 4 各矿体金平均含量及出露面积比

Table 4. Average gold content/outcrop area ratio of various mineralized bodies

金矿化体	在区域上出露 面积百分比%	金的平均含量 g/t
绢英岩带	86.07	0.0252
矿化石英脉	11.50	0.618
矿脉(矿床)	2.43	2.6241

矿化体金的出露面积比加权平均数为:

$$0.0252 \times 0.8607 + 0.618 \times 0.115 + 2.6241 \times 0.0243 = 1.1565(\text{g/t})$$

金在各类矿化体中的分配比例为:

$$\text{蚀变岩带: } 0.0252 \times 0.8607 / 1.1565 = 13.86\%$$

$$\text{矿化石英脉: } 0.618 \times 0.115 / 1.1565 = 45.40\%$$

$$\text{矿脉(矿床): } 2.641 \times 0.0243 / 1.1565 = 40.74\%$$

分配到各类矿化体中的金总量为:

$$\text{蚀变岩带: } 11845.5586 \times 0.1386 = 1641.7944 \text{ (t)}$$

$$\text{矿化石英脉: } 11845.5586 \times 0.4540 = 5377.8836 \text{ (t)}$$

$$\text{矿脉(矿床): } 11845.5586 \times 0.4074 = 4825.8806 \text{ (t)}$$

### 3.4 招掖金矿化带金矿产资源总量

以当前的金矿床工业利用指标中的边界品位值 3g/t 为临界值,计算金矿产资源总量。由经典统计学研究,  $\geq 3\text{g/t}$  的金矿石在矿脉(矿床)中占 25.5%。所以金矿产资源总量:

$$A = 4825.8806 \times 0.255 = 1230.5996 \quad (1) \text{①}$$

该数字表征了招掖金矿化带自地表向深部 500 米范围内,包括已经开采完的和保有储量在内的金矿产资源总量。可见,该区还有较大的找矿潜力。

### 参考文献

- [1] 赵鹏大等,矿床统计预测,地质出版社,1983
- [2] 朱裕生,矿产资源评价方法导论,地质出版社,1984
- [3] Woodall, R., Success in mineral exploration: confidence in science and ore deposit model, Geoscience Canada, VOL. 11 No. 3 1984
- [4] Babcock, J. W., Introduction to geologic ore deposit modeling, Mining Engineering, 11, 1984
- [5] Sinclair, A. J., Applications of probability graphs in mineral exploration, 1976
- [6] Boyle, R. W., The geochemistry of gold and its deposits, 1984

## CONCEPTUAL MODEL AND ESTIMATION OF TOTAL GOLD RESOURCES IN ZHAO—YE METALLOGENIC BELT IN JIAODONG AREA SHANDONG PROVINCE

*Guo Guangyu Lin Zuohong Zhang Junling*

### Abstract

This paper sums up the field and Lab data for Zhao—Ye metallogenic belt. Ore—controlling factors are picked up and the conceptual model of gold deposits in the belt are established. Based on this optimum combination of ore—controlling marks and analogue math model are determined; the total gold resource of the belt is estimated.

Gold deposits are resulted from the assimilation of Jiaodong Group by granitic magma which mobilized gold within the assimilated part into granites, dykes and mineralized units. By calculation, the total amount of gold in the assimilated part of Jiaodong Group is 24436t, the total gold in granites, 12950t, the total in mineralized units, 1641t (alteration zone), 5377t (mineralized quartz vein), 4825t (ore vein and deposit) among which 1230t industrial grade ore is cut by 3g/t. Therefore the belt is still of potentiality for further exploration

---

① 某些计算参数已作变换,估计的资源总量是不真实的