

胶莱盆地层控型金矿含矿岩系的成岩 及成矿作用机理探讨

李明琴, 张竹如, 唐波, 李小永, 沈文杰

(贵州工业大学资源与环境学院, 贵阳 550003)

[摘要]对胶莱盆地蓬家沟与宋家沟两金矿的矿区地质特征、含矿岩系的岩石学、成矿元素、主量元素、微量元素、稀土元素以及碳、氧、硫稳定同位素等地质地球化学特征进行研究。结果表明:两矿床中金矿体的形成和分布受莱阳群及其中的断裂控制,莱阳群既是含矿层,又是矿源层。含矿岩系主要为陆源碎屑岩类,其沉积环境为河、湖相。讨论了含矿岩系的成岩及成矿作用机理。

[关键词]层控型金矿 含矿岩系 成岩及成矿作用 胶莱盆地

[中图分类号]P618.51 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2002)03-0033-05

胶莱盆地位于山东半岛中部,是中生代晚期形成的一断陷盆地。盆地基底地层由太古宙胶东群、元古宙荆山群、粉子山群和蓬莱群的变质杂岩组成。盖层由中生界白垩系下统莱阳群和青山群、上统王氏组和新生界黄县组的沉积岩及火山岩组成。盖层与基底地层间成角度不整合或断层接触。在胶莱盆地的东北段,先后发现了蓬家沟金矿和宋家沟金矿,后者的发现是张竹如教授等,通过对前者形成地质条件的研究,而后经成矿地质预测并亲临现场具体指导生产部门在莱阳群砾岩中找到了富大金盲矿体。关于矿床的成因,各地质学者观点不一^[1~4]。本文作者认为这两个矿床皆属于层控型金矿,矿体的形成和分布受莱阳群及其中的断裂控制,含矿层与矿源层皆为莱阳群,两矿床是在相近的地质条件下由相同的成岩及成矿作用过程形成。为此,笔者从其含矿岩系的地质地球化学特征,特别是岩石学特征方面来论述之。

1 矿区地质特征

蓬家沟金矿,行政区划上属乳山县。区内岩浆岩为中生代侵入的花岗岩和闪长岩脉与煌斑岩脉。矿区内出露的地层为下元古宙荆山群花岗岩片麻岩及混合花岗岩与下白垩统莱阳群碎屑岩、泥质岩及碳酸盐岩。莱阳群呈角度不整合覆盖在荆山群之上。由于地壳多次活动,在不整合接触带内产生了以

NE、NNE、NW及EW向的断裂,使接触带中的地层岩性错综复杂。矿体的产状主要有:(1)呈层状、似层状及透镜状顺层产于莱阳群的层间破碎带内,矿体与地层产状一致,缓倾斜并有多层,与围岩界线清楚;(2)呈层间网脉状发育于莱阳群层间裂隙带中,与围岩呈渐变过渡。金主要以自然金及银金矿等形式存在。围岩蚀变为硅化、方解石化、沥青化、石墨化、退色化、绢云母化、黄铁矿化、黄铜矿化、方铅矿化及闪锌矿化。

宋家沟金矿位于蓬家沟金矿北东20 km处的胶莱盆地边缘(图1),区内岩浆岩为中生代侵入的花岗岩与煌斑岩脉。出露地层为下元古宙荆山群变质杂岩与下白垩统莱阳群砾岩及砂岩。区内断裂发育,以NW及NE向为主。矿体的产状有:(1)呈不规则网脉状发育于莱阳群的砾岩中,成群出现,密集分布;(2)呈似层状、透镜状顺层产出,呈多层产于莱阳群的深灰色砾岩中;(3)薄层—厚层状或透镜状顺层产于莱阳群的含碳砾岩中。矿体与围岩界线基本清晰。金主要以自然金形式存在,近矿围岩发生硅化、碳酸盐化及黄铁矿化。

上述特征说明,蓬家沟与宋家沟金矿体的分布,受莱阳群及其中的断裂控制,含矿地层皆为莱阳群。

2 含矿岩系的岩石学特征

[收稿日期]2001-07-10;**[修订日期]**2001-10-30;**[责任编辑]**余大良。

[基金项目]国家自然科学基金资助(项目号:49963001)。

[第一作者简介]李明琴(1964年-),女,1986年毕业于贵州工业大学地质系矿产专业,1989年在贵州工业大学地质系获矿床学硕士学位,现在贵州工业大学资源与环境学院从事矿物学、岩石学及地球化学等方面的教学与科研工作。

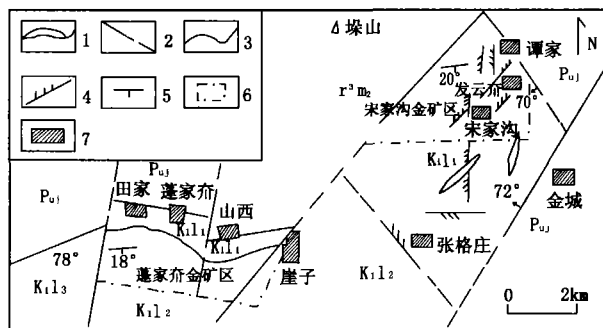


图1 蓬家沟—宋家沟金矿区地质略图

K_{1l3}—下白垩统莱阳群三段紫色页岩; K_{1l2}—下白垩统莱阳群二段紫色砂页岩及砾岩; K_{1l1}—下白垩统莱阳群一段灰色砾岩、黑色泥质砂岩、砂砾岩及砂泥质碳酸盐岩; P_{u1}—下元古宙荆山群变质杂岩及混合岩; γ_{m2}—元古宙混合岩化花岗岩; 1—燕山期基性岩脉; 2—实测及推测盆地周边断层; 3—地层界线; 4—盆地盖层中压扭性断层; 5—地层产状; 6—已知金矿床位置; 7—村庄

2.1 蓬家沟金矿

含矿岩系总体色调为黑色、灰黑色及黄褐色,岩层多呈薄—中厚层,具逆行沙波层理及槽状交错层理。据山东省地质矿产局区域地质调查队(1990)资料,在含矿岩系地层中已发现叶肢介化石: *Diestheria*. Sp. 及植物化石: *Pagiophyllum*. Sp. 和 *Elatocladus*. sp.。

现将含矿岩系的岩石学特征分述如下。

2.1.1 (角)砾岩类

岩石呈灰黑—黑色,以基底—孔隙式胶结为主。碎屑物的含量一般占 65% ~ 90%, 粒径 0.005 ~ 40 mm, 以 2 ~ 8 mm 为主, 分选性及磨圆度差, 多呈次圆状—次棱角状, 部分为棱角状。成分为岩屑, 岩性极复杂, 其中以石英岩、花岗岩及片麻岩为主, 其次为(含)粘土质石英(杂)砂岩、(含)石英(粉)砂质泥岩、(含)石英砂屑泥灰岩、(含)砂质碳质岩、(含)砾(杂)砂岩等。填隙物含量一般为 10% ~ 35%, 以杂基为主, 胶结物较少。杂基为碳酸盐岩灰泥 5% ~ 15%, 碳质及粘土质 5% ~ 25%, 各种细砂级的岩屑及石英 2% ~ 8%。胶结物为方解石, 含量 0 ~ 5%。此外, 在岩石的填隙物中约有 10% 以下的自生(沉积成岩期)黄铁矿。由于后期热液蚀变作用, 在填隙物中常有少量的晚期黄铁矿、自然金(沉积成岩期及热液期形成)、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、磁铁矿、石墨、方解石和石英等。

2.1.2 (杂)砂岩类

岩石类型以岩屑杂砂岩为主, 次为岩屑石英(杂)砂岩, 纯石英(杂)砂岩极少。岩石呈灰黑—黑色, 基底式胶结为主。碎屑物含量一般为 60% ~ 80%, 粒径 3 ~ 0.003 mm, 以 1.0 ~ 0.05 mm 为主, 分

选性和磨圆度较差, 多呈次棱角—次圆状, 成分以岩屑为主, 为石英岩、长英质岩、(含)石英砂质碳质岩、(含)碳泥灰岩、(含)碳泥质(杂)砂岩、(含)砂屑灰岩等, 含量一般占 55% ~ 75%。矿物碎屑为石英, 含量小于 5%。填隙物占 20% ~ 40%, 以杂基为主, 胶结物少。杂基含量为 5% ~ 30%, 当其含量大于 15% 时, 则向杂砂岩过渡。杂基成分主要是碳酸盐岩灰泥、碳质、粘土质、粉砂级岩屑及石英。胶结物为方解石, 含量在 10% 以下。此外, 在岩石的填隙物中尚有 10% 以下的自生黄铁矿。由于后期热液作用, 在岩石中有少量的晚期黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、方解石、石英和石墨等矿物。

2.1.3 粉砂岩类

岩石学特征与砂岩类相同, 仅碎屑物粒径较小(0.05 ~ 0.005 mm)而已。

2.1.4 泥岩类

为(含)砂质、(含)粉砂质泥岩类。岩石呈灰黑色, 具(含)砂泥质结构和(含)粉砂泥质结构。矿物组成为粘土矿物 55% 以上, 碳酸盐岩灰泥 5% ~ 25%, 砂质、粉砂质碎屑 3% ~ 15%, 碳质 5% ~ 20%, 自生黄铁矿 5% ~ 10%。由于后期的热液蚀变作用, 岩石中有不等量的石墨、方解石、方铅矿、闪锌矿和黄铜矿等。

2.1.5 碳酸盐岩类

岩石呈灰—灰黑色, 具(粉)砂屑结构和(砂)粉屑结构, 粉、砂屑粒径 0.02 ~ 0.4 mm, 成分与上述碎屑岩中的碎屑物相同, 含量为 5% ~ 25%, 碳质、泥质 5% ~ 15%, 方解石含量大于 60%, 呈它形泥晶—粉晶, 粒径 0.01 ~ 0.05 mm。由于后期的热液蚀变作用, 岩石中常有不等的量的黄铁矿、石英和方解石等。

从上述碎屑岩的成分、结构和胶结类型等来看, 成分成熟度与结构成熟度均低, 岩石以基底式胶结为主。碎屑物质(长英质)搬运距离较短或(非长英质)为原地(盆内)形成。而泥岩与碳酸盐岩中的粉、砂质含量较高, 且成分与碎屑岩中的碎屑物相同。由此可见, 含矿岩系的主要物源来自于古陆的风化壳, 少量为盆内的化学沉积物(胶结物)。再结合岩石富含碳质和黄铁矿及其颜色、结构构造及化石等特征, 说明含矿岩系为山区河流搬运并于强还原环境下形成的河、湖相沉积。

2.2 宋家沟金矿

宋家沟金矿的含矿岩系为砾岩、(含)砂砾岩类, 岩石颜色较浅, 为灰、灰绿及灰黄色(其中含大量的黄铁矿所致), 向下逐渐变为深灰色及灰黑色。

岩层为中厚层—厚层,在砾岩中多见砾石具有叠瓦状构造。其岩石学特征如下:岩石呈灰、灰绿及灰黄色,以基底式胶结为主。碎屑物一般占 70% ~ 90%,粒径为 0.05 ~ 64 mm,以 4 ~ 30 mm 为主,主要呈次圆状—次棱角状,成分为岩屑,其中花岗岩、片麻岩及石英岩占 80% ~ 90%,其余为碳质石英(杂)砂岩、粘土质石英(杂)砂岩等。填隙物占 10% ~ 30%,以杂基为主,胶结物较少。杂基为碳酸盐岩灰泥 5% ~ 25%、粘土质 5% ~ 15%、砂级、粉砂级石英 0 ~ 5%、碳质 0 ~ 2%,胶结物为方解石 0 ~ 5%。此外,在填隙物中尚有 10% 以下的自生黄铁矿。由于后期热液蚀变作用,填隙物中有少量的晚期黄铁矿、磁铁矿、自然金(可能为沉积成岩期和热液期形成)、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、绢云母、石英等存在。

宋家沟金矿含矿岩系砾岩类,在层位上亦归属于莱阳群一段,从其成分、结构及胶结类型等来看,砾石的磨圆度中等,但分选性差,胶结类型以基底式为主,岩石主要呈灰色,富含黄铁矿,具有叠瓦状构造等特点,说明岩石为古陆风化壳,以山区河流为搬运介质,于中等还原环境条件下形成的河、湖相沉积。

3 含矿岩系的地球化学特征

3.1 成矿元素地球化学

取未经热液蚀变的新鲜岩系作分析,其结果见表 1。由表 1 可见,岩系中成矿元素的含量与地壳中相应元素的克拉克值相比,均高出克拉克值的数—数十倍,甚至上百倍,特别是 Au 的含量是地壳丰度的 25 ~ 47 倍,说明该岩系是金矿体形成的矿源层。

表 1 岩系中成矿元素含量均值

元 素	Au (10^{-9})	Ag (10^{-9})	Cu (10^{-6})	Pb (10^{-6})	Zn (10^{-6})	As (10^{-6})	Sb (10^{-6})	Hg (10^{-6})	S (10^{-2})
蓬家沟金矿	187.84	2948	57.8	273.7	775.6	25.4	3.8	1.0	3.7
宋家沟金矿	100.2	1501.0	394.0	356.0	560.0	11.0	0.359	0.156	0.34
克拉克值 ⁽⁵⁾	4	70	55	12.5	70	1.8	0.2	0.08	0.026

注:样品分析数分别为 20 ~ 105 不等;测试单位:中国科学院地球化学研究所。

3.2 主、微量元素地球化学

取新鲜岩系作主、微量元素含量分析,结果见表 2。由表 2 可见,相同的岩类,其主、微量元素的含量有所不同,说明岩石的物质组成复杂。蓬家沟金矿富含有机质,宋家沟金矿的有机质含量因其他原因未测,但从岩石的颜色来看,估计含量不太高。此外, Sr/Ba 比值常用来判断沉积岩的形成环境,当 Sr/Ba < 1 时,岩石为淡水沉积; Sr/Ba > 1 时,为海水沉积。表 2 中的 Sr/Ba < 1 (T-1 除外),说明含矿岩系为淡水相沉积。据唐波资料^①,岩系中的 K -

Rb、K - Ba 呈正相关,显示陆相淡水沉积特征;且 V 与 B 两值投影点在相关判别图中,有 5 个点落入淡水相,3 个点落入海相与淡水相的边缘。

表 2 含矿岩系中主量元素和微量元素分析结果

样号	岩石	C _{有机} (10^{-2})	Ni (10^{-6})	Rb (10^{-6})	Ba (10^{-6})	V (10^{-6})	B (10^{-6})	Sr (10^{-6})	K (10^{-2})	Ca (10^{-2})
So-1	砾岩	22.2	127	430	62	150	92	3.151	0.81	
So-3	砾岩	6.0	80	145	32	135	105	1.942	1.72	
So-11	砾岩	5.5	86	100	47	132	90	1.902	1.60	
S-1	砾岩	25.2	94	110	62	85	62	2.267	2.06	
S-6	泥岩	44.3	54	120	98	55	84	1.034	1.89	
6-3	泥岩	72.3	7	69	180	33	50	0.154	1.85	
T-1	灰岩	33.4	68	125	37	100	140	1.614	9.87	
T-7	灰岩	33.6	66	150	65	130	140	1.356	11.13	
蓬家沟金矿 0.264(16)										

注:样号 So—者为宋家沟金矿,其余为蓬家沟金矿,括号内为样品数。测试单位:宜昌地质矿产研究所。

3.3 稀土元素地球化学

据测定,含矿岩系、金矿石及矿石中的黄铁矿和磁铁矿稀土元素(表 3)与稀土元素球粒陨石标准化分布模式(图 2)结果表明:①含矿岩系(6-3 除外)、金矿石和矿石中的部分黄铁矿(S-Py 除外),其分布模式具有极大的相似性与同步性,都表现为轻稀土富集,铈亏损明显,反映含矿岩系、金矿石和部分黄铁矿同物源,即矿质来自于含矿岩系^①;②部分黄铁矿(S-Py)、磁铁矿(So-Ma)与含矿岩系的稀土元素分布模式差异很大,无相似性,说明它们的形成不是沉积成因,而是热液成因。这一结果与岩石学特征相一致。

表 3 含矿岩系、金矿石、黄铁矿、磁铁矿

稀土元素分析结果

10^{-6}

样号	So-1	So-3	So-11	So-Py	So-Ma	S-1	S-6	6-3	T-1	T-7	T-Py	S-Py	T-Ma
La	51.5	77.5	69.4	12.9	47.1	34.4	25.5	37.8	21.9	55.5	7.45	3.34	6.80
Ce	83.2	102	95.3	23.3	72.6	54.1	41.1	51.3	39.5	90.7	17.5	4.88	11.9
Pr	8.88	9.13	10.3	2.66	9.56	6.02	5.36	3.84	5.30	10.2	2.09	0.55	1.57
Nd	39.2	38.5	44.2	10.8	42.6	26.4	21.5	13.9	19.8	45.6	7.22	2.07	6.72
Sm	6.36	4.70	9.36	1.58	9.12	4.67	3.98	1.68	3.54	7.51	1.65	0.45	1.50
Eu	0.96	0.68	1.49	0.28	1.68	0.65	0.69	0.65	0.85	1.14	0.23	0.67	0.39
Gd	5.40	3.26	13.4	1.78	11.7	3.76	3.49	0.94	3.95	5.16	2.00	0.51	1.98
Tb	1.03	0.57	2.18	0.28	2.16	0.62	0.62	0.14	0.62	0.52	0.34	0.08	0.40
Dy	5.55	2.37	15.5	1.69	20.4	2.80	3.92	0.34	3.32	2.73	2.07	0.44	3.69
Ho	1.16	0.46	3.22	0.35	5.11	0.59	0.760	0.0520	0.73	0.52	0.43	0.09	1.07
Er	3.18	1.24	9.73	0.93	19.0	1.48	2.43	0.11	1.66	1.15	1.00	0.22	4.56
Tm	0.45	0.16	1.55	0.13	2.70	0.17	0.380	0.0150	0.20	0.16	0.14	0.03	0.79
Yb	2.77	1.24	9.89	0.92	19.6	1.17	2.42	0.11	1.39	0.88	0.85	0.21	6.37
Lu	0.33	0.18	1.17	0.13	2.18	0.14	0.310	0.0150	0.18	0.10	0.10	0.03	1.00
Y	2.9	8.89	65.4	6.78	116	11.7	17.5	1.13	14.4	10.5	8.85	10.3	27.6

测试单位:宜昌地质矿产研究所。

① 唐波.胶莱盆地陆相碎屑岩系层控金矿成矿机理及模型探讨.硕士学位论文,2001.6。

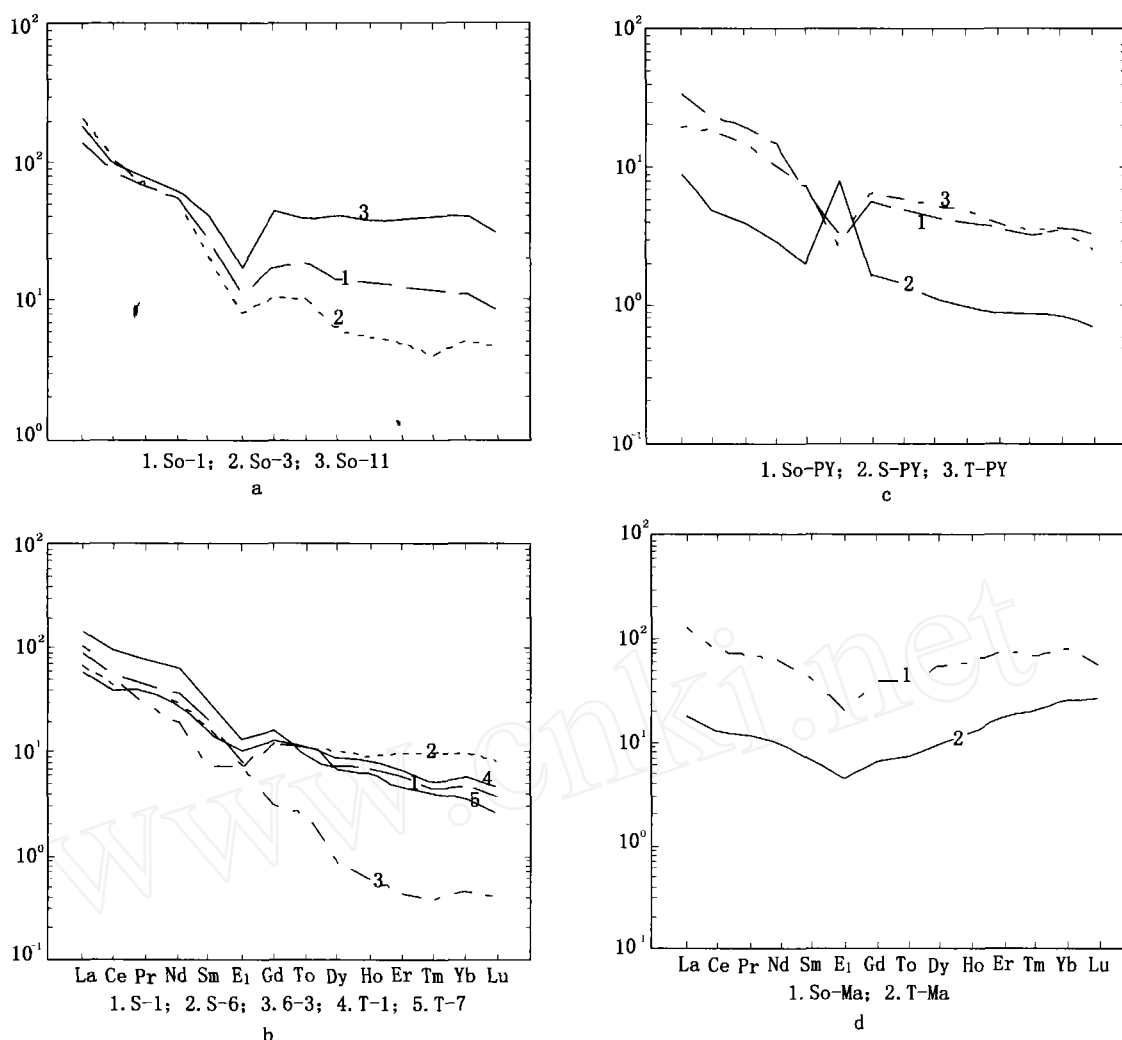


图2 含矿岩系、金矿石、黄铁矿及磁铁矿稀土元素球粒陨石标准化分布模式

a—宋家沟金矿床(So-1 黑色含金砾岩, So-3 灰色砾岩, So-11 深灰色砾岩型金矿石), b—蓬家沟金矿床, (S-1 黑色炭泥质钙质含砂砾岩, S-6 黑色炭泥质黄铁矿化金矿石, 6-3 黑色黄铁矿化铅锌矿化泥岩, T-1 灰色硅化碳酸盐岩, T-7 灰色黄铁矿化矿石); c—黄铁矿(So-PY 宋家沟砾岩型金矿石中黄铁矿, S-PY 蓬家沟黑色炭泥质黄铁矿化金矿石中黄铁矿, T-PY 蓬家沟灰色黄铁矿化金矿石中黄铁矿); d—磁铁矿(So-Ma 宋家沟砾岩型金矿石中磁铁矿, T-Ma 蓬家沟金矿石中磁铁矿)

3.4 稳定同位素地球化学

3.4.1 碳、氧同位素

含矿岩系碳酸盐岩中方解石的碳、氧同位素组成见表4。由表4可见, $\delta^{18}\text{O}(\text{SMOW})$ 为 $8.92\text{‰} \sim 11.24\text{‰}$, 反映白垩纪时淡水碳酸盐相对于海水碳酸盐贫 $\delta^{18}\text{O}$ 的特点。碳酸盐岩中的 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{18}\text{O}$ (PDB) 可作沉积环境的判断标志, 据基思等^[6] 提出的 Z 值计算方法, Z 值计算结果为 $Z \leq 120$, 说明含矿岩系为淡水相沉积特征。

3.4.2 硫同位素

据测定, 含矿岩系中自生黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S} = 9.35\text{‰} \sim 10.73\text{‰}$, 与矿石中热液期形成的黄铁矿 $\delta^{34}\text{S} = 9.68\text{‰} \sim$

10.68‰ 基本一致。说明硫主要来自含矿岩系。

表4 含矿岩系碳酸盐岩中方解石的碳、氧同位素组成 ‰

样号	$\delta^{13}\text{C}(\text{PDB})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{PDB})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{SMOW})$	Z 值
3-4	0.04	-21.33	8.92	117.5
46-1	0.42	-21.02	9.20	117.7
20-2	0.37	-21.01	9.25	117.6
20-1	1.10	-19.08	11.24	120

测试单位: 中国科学院地球化学研究所。

4 含矿岩系成岩及成矿作用机理的讨论

综上所述, 两矿床的矿区地质特征说明, 金矿体的形成和分布受莱阳群及其中的断裂构造控制, “层控与时控” 特征明显。岩石学特征、成矿元素、主量元素、微量元素、稀土元素以及稳定同位素等的

地质地球化学特征研究结果表明,莱阳群既是两金矿床的含矿层,又是其矿源层,含矿岩系主要为陆源碎屑岩类,其沉积环境皆为河、湖相。含矿岩系的成岩及成矿作用机理分析如下:

古生代早期至中生代早期,本区无沉积记录,一直处于上升剥蚀阶段,古陆中巨厚而富金的老地层(表5),由于风化作用形成较厚的风化壳覆盖于古陆上,金在风化作用过程中被释放出来并富集于风

表5 胶莱盆地基底各地层厚度及其 Au 含量

地 层	厚度 (m)	Au(10 ⁻⁹)	资料来源
蓬莱群 (Pt ₃ p)	4000	0.26~2.88	安家桐(1988)
粉子山群 (Pt ₂ f)	4000	0.9~27.3	张竹如(1994)
荆山群 (Pt ₁ f)	>3000	3	徐景奎(1991)
胶东群 (Arj)	>8000	14.18~45.0	山东地质矿产局地质六队(1993)
地壳中的克拉克值 ⁽⁵⁾		4	

测试单位:中国科学院地球化学研究所。

化壳中。燕山中—晚期,太平洋板块向欧亚板块俯冲,在该区产生弧后拉张断陷形成了胶莱盆地。盆地四周古陆上的富金风化壳,在山区河流的搬运作用下,源源不断地往起伏不平的盆地底部迁移,被搬运的碎屑物,在河流入水口、河口三角洲及湖口等地形平缓处,由于流速减小,流水的搬运能力减弱,便发生机械沉积分异作用。因金的比重大,便与大的砾石一起首先沉积下来,使金又进一步得到富集。其后由于水的流量减小,搬运能力减弱,被搬运的细粒碎屑物和粘土物质等覆盖其上。这些物质在相对缺氧富硫的条件下,经成岩固结形成富金的陆源碎屑岩(矿源层),不整合覆盖于老地层之上。对比蓬家乔与宋家沟两金矿床含矿岩系的岩石学特征,可知两矿床含矿岩系的沉积环境基本相同,只是蓬家乔金矿床含矿岩系在沉积时,水体曾干枯,沉积物暴露过水面而产生裂纹,之后成为许多具有棱角状的

盆内碎屑,并且其沉积时的氧化还原电位较低,气候较温暖潮湿,动、植物大量繁殖生长,因而岩石中富含有机质和动、植物化石,岩石颜色较深。燕山晚期,区内发生了强烈的构造岩浆活动,在盆地中发生深切到基底的断裂,导致火山喷发与岩浆侵入,并使胶莱盆地形成多个断块。在断块下滑过程中,不整合面是构造薄弱面,含矿岩系中若干碳、泥质薄层是构造薄弱带,它们大多可形成层间滑脱面,在层间滑脱过程中,由于碳、泥质岩石发生石墨化、粘土化等而成为若干相对隔水层,在滑脱面的下盘,因应力集中形成层间破碎带,大的滑脱面上部,由于应力释放形成交错裂隙,这些破碎带及裂隙组成了陡缓匹配的空间网络系统,在这样的构造环境下,原先被封存于矿源层(碎屑岩)中的金,在构造岩浆热液及地下水热液等作用下,发生活化转移再富集于各种构造空间中便成为矿体或矿化体。由于盆地底部的沉积岩石以碎屑岩为主,其孔隙度高,渗透率大,成层性差,层间多碳、泥质,故金的活化改造作用主要在碎屑岩中进行,形成沉积—改造型层控金矿床。

[参考文献]

[1] 张连昌,沈远超,刘铁兵,等. 胶东蓬家乔金矿床地质地球化学特征——一个与低角度层间滑动断层有关的金矿床[J]. 矿物岩石地球化学通报. 2000,19(4):268~270.

[2] 邹为雷,沈远超,曾庆栋,等. 蓬家乔金矿与发云乔金矿地质地球化学特征对比研究——兼议层间滑动角砾岩型金矿成矿模式[J]. 黄金,2001,22(3):1~6.

[3] 聂爱国,张竹如,陈世桢,等. 胶莱盆地一种新金矿类型——蓬家乔式金矿研究[J]. 地质地球化学,1999,27(4):83~86.

[4] 赵玉灵,杨金中,沈远超. 胶东蓬家乔金矿床稳定同位素地球化学特征研究[J]. 矿物岩石,2000,20(4):19~24.

[5] 刘英俊,曹励明,李兆麟,等. 元素地球化学[M]. 北京:科学出版社,1984.

[6] 魏菊英. 同位素地球化学[M]. 北京:地质出版社,1994:145.

DIAGENESIS AND ORE - FORMING PROCESS OF ORE - BEARING ROCK
SERIES FOR STRATABOUND GOLD DEPOSIT IN JIAOLAI BASIN

LI Ming - qin,ZHANG Zhu - ru,TANG Bo,LI Xiao - yong,SHEN Wen - jie
(Institute of Resources and Environment, Guizhou Universtry of Technology, Guiyang 550003)

Abstract:The authors investigate geological features and ore - bearing rock series in term of its petrology, ore - forming elements, main and trace elements, REE, carbon, oxygen and sulfur isotope at Pengjiakuang and Songjiagou gold deposit. The results show that the Laiyang group and related faults control the distribution of gold orebodies. The Laiyang group is ore - bearing and source beds. The ore - bearing rock series are mainly detrital rock and it's sedimentary environment is river and lake. The mechanism for diagenetic and ore - forming process of ore - bearing rock series are discussed.

Key words:stratabound gold deposit,ore - bearing rock series,diagenetic and ore - forming process,Jiaolai basin