

辽宁西部太古代层控金矿床地质特征

梁之梓

(有色辽宁地质勘探公司109队)

辽西太古代层控金矿床系指产于内蒙地轴建平古隆起建平群地层中之金矿。建平群小塔子沟组老变质岩是本区金的矿源层,其金、银含量高过克拉克值10~70倍。本区90%以上的金矿床(点)都是以小塔子沟组中段含铁建造中的斜长角闪岩、角闪岩、黑云斜长片麻岩、混合岩化花岗岩和混合岩为主要近矿围岩。它们的金、银和多金属含量均明显增高,是本区主要的储矿层。金的富集与区域变质、混合岩化作用有关,火成岩和火山岩对成矿有改造和叠加作用。这个认识,是通过对岩石化学特征的分析及原岩的恢复、含矿建造的分析、副矿物锆石特征的研究,以及同位素测定资料得出的。

本文所述,系指产于内蒙地轴建平古隆起建平群地层中之金矿床。该区北以赤峰—开原深大断裂为界,属内蒙兴安海西褶皱带;南以承德—北票深大断裂为界,是燕辽沉降带(图1)。该区

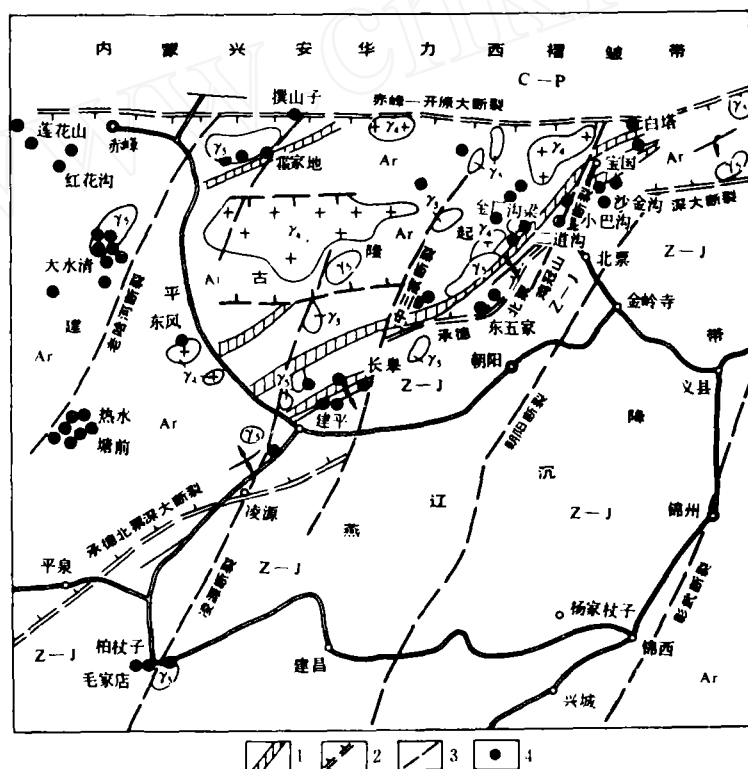


图1 辽宁省西部金矿分布图

Ar—前震旦系; Z-J—震旦系—侏罗系; C-P—石炭系—二叠系; γ_4 —海西期侵入体; γ_5 —燕山期侵入体;

1—含铁建造; 2—深大断裂; 3—大断裂; 4—金矿

岩落入细碧玄武岩区, 紫苏斜长麻粒岩亦主要落入细碧玄武岩区。由上述可见, 本区原岩大多数属于火成岩。

1. 层序和岩性 建平群为一套中—深变质岩系, 由片岩、片麻岩、麻粒岩和混合岩组成, 同位素年龄为 22.58 ~ 22.93 亿年, 混合岩类年龄为 18.53 亿年, 相当于辽东南的鞍山群和辽河群 (表 1), 其岩性和层序见图 2。

时代	年 龄 (亿年)	本 区		辽 南	河 北	内 蒙 大 青 山	华 北
早元古代	20.00	建 平 群	瓦子峪组	辽河群	朱杖子群	马家店群	溥沱群
太古代			大营子组	鞍山群	单塔子群	二道洼群	五台群
	小塔子沟组		乌拉山群				
						迁西群	集宁群

(1) 岩石化学特征: 对黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、辉石麻粒岩和斜长角闪岩等岩类进行了岩石化学全分析, 归纳其特征有:

时代	岩性	厚度米	岩性描述	变质相	原岩恢复	岩石建造
瓦子峪组	= = = A	842	细云母石英片岩、黑云长石片岩、透辉石大理岩	低变质相	酸性熔岩、凝灰岩、泥灰岩	碳酸盐浅粒岩
大营子组	N H + - H N 	1000	斜长角闪岩、花岗质混合岩、变粒岩、角闪斜长片麻岩、花岗岩混合岩、黑云斜长片麻岩	中变质相	基性火山岩、凝灰岩、中性酸性凝灰岩、硅质岩、长英砂岩	黑云角闪斜长片岩建造
小塔沟组	+ + - N H N N H H - N A - N ◆ ◆ A - N A + A H + N - N - H N - - N N - N - K - H N N H	2950 1311 3610 2351	上段：花岗混合片麻岩、斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩、石榴石麻粒岩夹角闪岩和薄层磁铁矿石片岩 中段：混合石榴石角闪斜长片麻岩、角闪混合片麻岩夹磁铁矿石片岩 混合黑云斜长片麻岩、黑云斜长混合岩夹磁铁矿石片岩和紫苏辉石麻粒岩 下段：角闪花岗岩混合岩、紫苏麻粒岩、透辉黑云斜长角闪岩夹石榴石磁铁矿石英扁豆体和黑云斜长片麻岩、长英片麻岩	中变质相	酸性—中性火山岩、中性凝灰岩夹碱性火山岩 中基性火山岩夹硅铁质岩、中酸性凝灰岩夹碱性凝灰岩互层带、中酸性火山碎屑岩、凝灰质砂岩 酸性凝灰岩夹中基性凝灰岩，基性火山岩、硅铁质岩、基性火山碎屑岩	石榴石含铁建造 混合角闪辉石麻粒建造 麻粒含铁建造 辉石麻粒建造

(2) 副矿物锆石特征: 本区各类岩石中的副矿物锆石以棕紫—浅棕紫色为主, 少数呈棕黄—浅棕色, 为似椭圆粒状—圆粒状, 晶体由正方短柱和正方短柱双锥聚形组成。按前人统计资料对比, 属碱性火山岩中锆石的特点。多数锆石浑

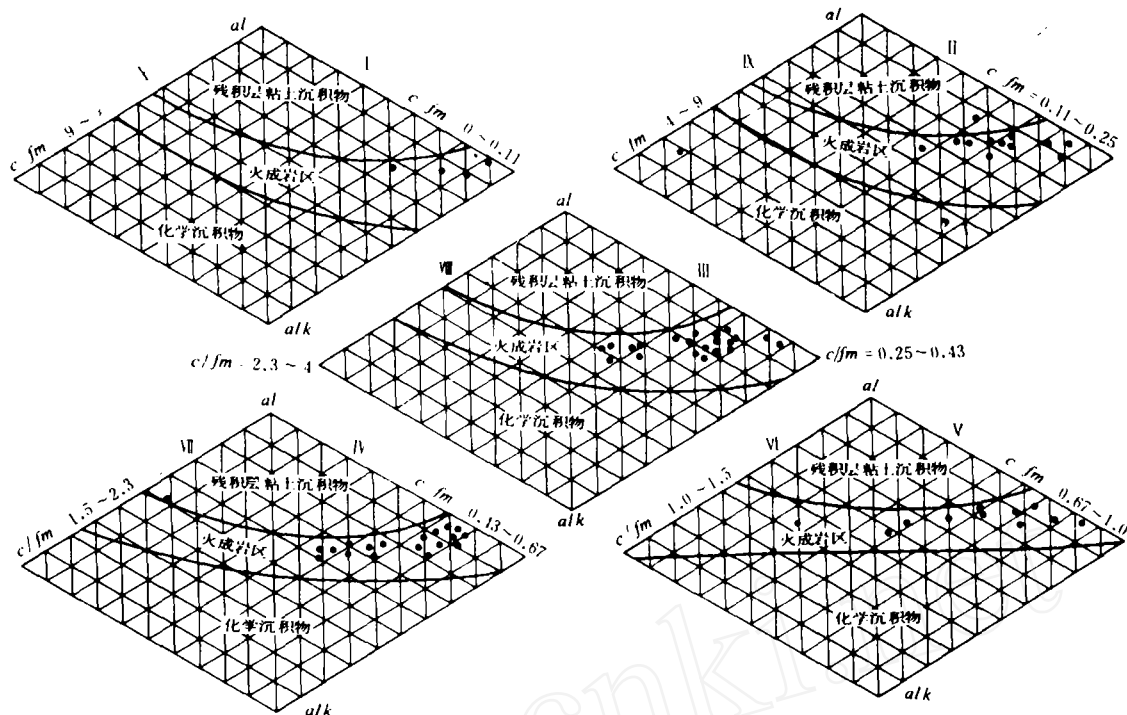


图3 建平群岩石尼格里四面体对称展开图

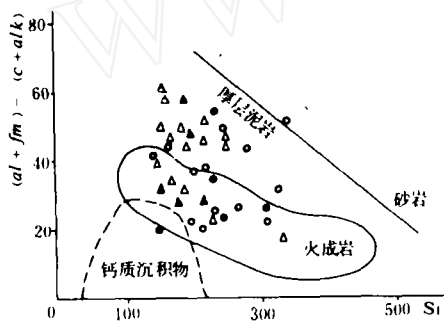


图4 $(al + fm) - (c + alk)$ 与 Si 图解
(据 A·西蒙南法)

- 石榴辉石麻岩类; ▲ 斜长角闪岩 (角闪岩) 类;
- △ 角闪斜长片麻岩类; ○ 黑云斜长片麻岩类

圆度好, 少数具完好晶形, 表明部分原岩可能属沉积火山碎屑岩类。在混合岩化岩石中, 因区域变质作用影响, 锆石表面可见溶蚀凹洞。根据以上特征推测, 锆石主要是由基性和中基性火山活动供给, 部分是沉积生成。

(3) 原岩恢复: 用 Cr/Ni 、 Sr/Ba 和 Ca/Sr

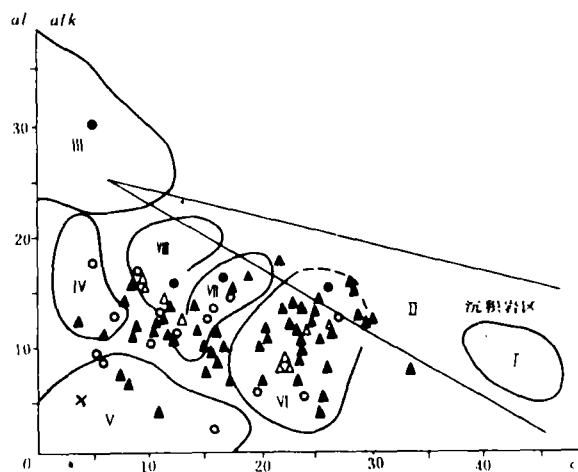


图5 $(al - alk)$ 与 c 图解
(据 J. K. 威尔逊法)

- ▲ 斜长角闪片麻岩 (角闪岩); △ 石榴辉石麻岩类; ○ 黑云斜长片麻岩; × 花岗片麻岩
- I 钙质、泥质灰岩区; II 白云石泥质灰岩区;
- III 粘土岩区; IV 中酸性凝灰岩区; V 角斑岩区;
- VI 玄武岩区; VII 二长安山质凝灰岩区; VIII 英安质凝灰岩区。

比值法恢复原岩如表 2。

用Cr、Ni、Sr/Ba和Ca、Sr值法恢复的原岩

表 2

编号	岩 石 名 称	采样地点	Cr Ni	Sr Ba	Ca Sr	原 岩
1	石榴辉石斜长麻粒岩	宝 国	2	0.57	150.085	正岩系
2	石榴辉石麻粒岩	"	0.17	1	557.5	副岩系
3	混合岩化石榴黑云二长片麻岩	"	8.33	0.67	50.457	正岩系
4	石榴斜长透辉麻粒岩	"	1.4	1	41.15	副岩系
5	斜长角闪岩	王麻子沟	6.29	2.4	142.7	正岩系
6	角闪岩	"	13.08	1	144.13	"
7	黑云斜长片麻岩	"	0.6	0.19	435.25	副岩系
8	角闪斜长片麻岩	"	4.33	2	1751	正岩系
9	辉石角闪岩	"	4.44	0.21	1005.03	副岩系
10	混合质黑云斜长片麻岩	"	3.59	0.37	174.09	正岩系
11	角闪斜长正片麻岩	东五家	2.28	1.3	192.42	"
12	二云石英片岩	颜家沟	2	0.83	28.87	"
13	黑云石英片岩	"	4.29	0.5	44.13	"
14	白云母石英片岩	"	13	0.17	155.09	副岩系
15	浅粒岩	"	18	0.125	593.2	"
16	含辉石斜长角闪岩	半截塔	1.5	1	137.65	正岩系
17	角闪石岩	大营子	0.77	4	110.42	"
18	透辉角闪斜长片麻岩	小塔子沟	10	0.71	124.929	"
19	透辉黑云斜长角闪岩	"	10	1	54.459	"

综合上述地层特征恢复的本区原岩:

灰岩。

黑云斜长片麻岩类: 原岩为中—中酸性凝灰岩, 部分为中酸性凝灰质砂岩。

紫苏斜长麻粒岩: 原岩为基性火山岩或凝灰岩, 少量为凝灰质页岩。

角闪斜长片麻岩类: 原岩相当于中基性火山岩或火山碎屑岩。

长英片麻岩: 原岩相当于中酸性或酸性火山岩、凝灰岩和中酸性凝灰质砂岩。

斜长角闪岩类和二辉斜长麻粒岩: 原岩相当于基性火山岩或基性凝灰岩, 少量属于铁镁质泥

3. 矿源层和储矿层 建平群小塔子沟组是本区金的矿源层, 小塔子沟组中段的含铁建造是

若干地区地层中的金、银含量 (ppm)

表 3

地 层 时 代	采 样 点	岩 石 名 称	Au	Ag	样 数
建 平 群 小塔子沟组	辽 西 建 平 古 隆 起	蚀变角闪斜长片麻岩	0.289	4.080	8
		黑云斜长片麻岩	0.003	0.685	2
		混合岩化石榴角闪片麻岩	0.05	1.10	1
		斜长角闪岩	0.097	1.887	40
		花岗片麻岩	0.05	0.55	2
		磁铁矿石英岩	0.054	1.50	1
鞍山群三道沟组	吉林夹皮沟	斜 长 角 闪 岩	0.12~0.33		
太 华 群	河南小秦岭	混 合 岩	0.049		
		混合花岗伟晶岩	0.039		
		混 合 花 岗 岩	0.035		
		变粒岩、浅粒岩	0.046		
胶 东 群	胶 东 西 部	斜 长 角 闪 岩	0.124		
五 台 群 台 底 子 组	山西五台	黑云角闪片麻岩	0.092		
		变 质 基 性 岩	0.114		

本区主要的储矿层（见图2）。其特点是：

（1）小塔子沟组地层中Au和Ag的丰度，与华北地台、胶东、辽东南和吉林等地区老变质岩相比，近于一致。这些岩石的含金量高出克拉克值10~70倍（表3）。

（2）本区已知金矿床（点）90%以上都是以小塔子沟组含铁建造中的斜长角闪岩、角闪岩、黑云斜长片麻岩、混合岩化花岗岩和混合岩为主要近矿围岩（表4）。它是本区的储矿层，其金、银和多金属的含量均明显增高（表5）。

若干金矿床的近矿围岩 表4

矿区名称	近矿围岩岩性
金厂沟梁	斜长角闪岩、角闪岩、黑云斜长片麻岩
红花沟	"
东五家	"
沙金沟	"
毛家店	黑云斜长片麻岩、混合岩化花岗岩、混合岩
长皋	"
东风	角闪片麻岩、混合花岗岩类
迷力营子	黑云角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩、混合岩
金厂峪	斜长角闪岩

本区储矿层中多金属的含量（ppm） 表5

岩性	样数	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	Mo
黑云斜长片麻岩	31	0.2277	1.71	67.83	174.1	54.83	8.113
混合岩化花岗岩麻岩	40	0.0987	0.4389	35.38	102	45.00	4.674
顺层混合岩	16	0.7743	3.493	163.8	100	58.43	3.00

（3）由图1可见，本区主要有三个成矿带：①凌源—北票成矿带，②热水—东风成矿带，③莲花山—撰山子成矿带。三个成矿带与含铁建造的分布基本吻合，表明其空间分布上的关系密切。

（4）从变质相的分带来看，金主要赋存于中—深变质相：石榴角闪岩相和辉石麻粒岩相中。前者见于小塔子沟组中段和上段，是中—深变质相带；后者分布于小塔子沟组下段，是高温—中高压带。

以改造型为主，属海西期产物。

（3）中生代侵入旋回：主要受北东向断裂控制和东西隆起带边缘的制约。以同熔型花岗岩为主，可分三期：

①早侏罗世侵入岩：花岗岩—辉绿岩，同位素年龄值有1.86，1.54，1.50亿年。②中侏罗世侵入岩：花岗岩—二长岩，同位素年龄为0.9~1.3亿年。③白垩纪侵入岩：花岗闪长岩—花岗岩，同位素年龄为0.81~1.07亿年。

2. 岩石化学特征 根据岩石化学全分析结果计算的扎氏数值特征是：

（1）燕山期和海西期花岗岩多属2类3科，SiO₂过饱和、过碱性，或SiO₂过饱和、中碱性，或SiO₂过饱和、过碱性弱碱性岩。极个别的花岗岩体为SiO₂强饱和和岩石。

（2）燕山期和海西期花岗闪长岩属SiO₂过饱和或饱和弱碱性、极弱碱性。闪长岩为SiO₂饱和或弱饱和弱碱性岩石。

（3）前震旦纪侵入旋回的石英正长岩属SiO₂饱和和过碱性岩。

3. 微量元素特征 各类岩石中的微量元素见表6。由表6可见，岩石中Cu、Pb、Zn、Mo和Ag含量较高，大于正常花岗岩。Cr、Ni、V和Ti接近正常岩体，W和Sn含量较低。

火成活动对金成矿作用的改造和叠加

1. 火成活动及其岩性特点 本区火成活动十分强烈，火成岩分布广泛，可分三个主要旋回：

（1）前震旦纪侵入旋回：受东西隆起带，尤其是深大断裂的控制。岩石类型有石英正长岩、基性—超基性岩。如柳家营子、断石洼等地的黑云石英正长岩，松太沟、沙海、小巴沟等地的基性—超基性岩。这些岩石均属地幔岩，同位素年龄为17.5亿年，相当于吕梁运动。

（2）古生代侵入旋回：早期以花岗闪长岩为主，其次是石英闪长岩—基性岩。晚期以酸性岩为主，受东西隆起带控制。同位素年龄分别为2.35，1.95，2.41，2.62，2.83，2.60亿年。

表6

表6 岩体中微量元素含量 (ppm)

岩石名称	采样地点	样数	Cu	Pb	Zn	W	Sn	Mo	Bi	V	Ti	Co	Ni	Cr	Mn	Cd	Sb	Ba	Be	As	Ge	Ag
花岗岩	铭山	21	28.1	110	60	30	6.1	1.5	<10	72.6	1345	18	4.5	81	845	30	<1.4	209	3	33.3	3	0.14
"	鸡冠子山	54	34.5	160	40	"	7	1.5	16	61.4	779	12.3	1.84	82.6	373	30	30	103	3	30	"	0.12
花岗闪长岩	解放营子	2	80	58	225	"	3	3	<3	<30	1150	18	35	40	800	303	"	1000	10	100	"	0.18
"	西对面沟	8	389	39	50	"	4	2.5	6.5	40	850	10	15	38	145	"	"	206	"	83	"	0.17
花岗岩	大庙—鸡冠子山	5	126	32	65	"	<3	2.4	<3	30	600	<10	<10	36	110	"	"	<1000	"	100	"	0.29
斜长花岗岩	撰山子	2	15	18	30	"	"	1	"	"	250	"	10	30	100	"	"	"	"	"	"	0.1
花岗岩	喀喇沁旗	2	15	30	30	"	"	3.5	"	"	1400	"	"	<30	175	"	"	"	"	"	"	0.1
"	梅林窝铺	4	105	21	183	"	4.5	1.5	"	55	2577	35	93	118	463	"	"	"	"	"	4.3	0.18
闪长岩	楼上	3	153	83	127	"	6	1.7	<10	53	1067	20	23	57	300	"	37	<300	"	<30	<3	1

4. 岩体的含金性 若干岩体不同岩石的含金性见表7。

表7 岩体的含金量

岩性	代号	采样地点	金含量, g/t
花岗岩	γ_1^1	大黑山	0.0015
花岗闪长岩	$\gamma\delta_1^{2,1}$	西对面沟	0.1000 ¹
闪长岩	$\delta_1^{2,1}$	楼上	0.1100 ²
花岗岩	γ_1^2	莫家杖子	0.090
花岗闪长岩	$\gamma\delta_1^2$	解放营子	0.080
斜长花岗岩	γ_1^3	撰山子	0.100
花岗岩	$\gamma\pi_1^3$	"	0.080
斑状花岗岩	$\gamma_1^{3,2}$	鸡冠子山	0.300
粗粒斑状花岗岩	$\gamma_1^{3,2}$	长胜	0.050
花岗岩	$\gamma_1^{3,1}$	喀喇沁旗	0.100 ¹
似斑状花岗岩	γ_4^{1b}	大庙	0.050
黑云母花岗岩	γ_4^{1b}	鸡冠子山 梅林窝铺	0.020

含金量变化范围: 1 0.025 ~ 0.1600; 2 0.070 ~ 0.1500;
2 0.030 ~ 0.200; 4 0.080 ~ 0.110

5. 火成活动对金成矿作用的改造和控制

(1) 改造叠加作用: 前已述及, 海西期和燕山期花岗岩大部分都含有微量金, 个别岩体金含量还很高。这些金, 少量是成岩过程中从深部带上的, 而主要的是在熔融和同熔过程中从地层中萃取的。火成活动的增温、增压作用, 导致了地层中金的活化、转移和富集。本区几个大中型金矿的铅同位素年龄为15~22亿年, 说明其来自老地层。硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ (‰) 变化范围为 - 5 ~ + 5, 与陨石硫一致。

(2) 空间上的控矿作用: 本区已知金矿床多分布在岩体的周边部, 尤其是燕山期中酸性小岩体本身及其周边部。例如, 对面沟岩体北部有大型的金厂沟梁矿床, 东部是中型的二道沟金矿; 王营子花岗岩体南部是中型的东五家金矿; 柏杖子岩体本身就是一个大型金矿床; 毛家店花岗岩体周边部是一个中型金矿床; 大黑山岩体南部有大量金矿点。

金的活化和转移

1. 区域变质—混合岩化作用 前人认为本

区前寒武纪区域变质—混合岩化可分四期,其年龄分别为24,18,10和6亿年。其中以第二期(18亿年)规模最大,范围最广。本区混合岩化广泛发育,尤以小塔子沟组最为强烈,铅同位素二次等时线年龄与第二期变质—混合岩化年龄相当。柏杖子花岗岩年龄为1.04亿年,而矿石铅年龄为17亿年。峪耳崖岩体年龄为1.46~1.69亿年,而矿石铅模式年龄为15亿年。金厂峪模式年龄为15~22亿年。这些都说明,本区金并非来自火成岩,而是来自老地层,经区域变质—混合岩化作用而成。

2.构造运动与金分布的关系 东西构造带基本形成于前震旦纪和古生代;它控制着区域上金的成矿带,深大断裂控制着金矿点的分布。如赤峰—开源深大断裂南侧控制了红花沟—撰山子金矿带;承德—北票深大断裂控制了凌源—白塔成矿带。

北东断裂带基本形成于中生代,控制了北东向成矿亚带。如老哈河断裂控制着大水清—塘前成矿亚带,凌源—杨杖子断裂控制着毛家店柏杖子矿区。中三家断裂控制着长泉成矿亚带。鸡冠山断裂控制着迷力营、沙金沟等成矿地段。

在各矿区中,断裂构造又控制着矿体的展

布,断裂的性质制约着矿体的形态。

总之,本区金矿受构造控制是一个重要的因素,它对改变成矿的物理化学条件,导矿、储矿都起着十分重要的作用。

对层控矿床形成的认识

本区金矿床的形成,由于地质环境、物理化学条件的不同,产出形态也各异。前人按矿床围岩、脉石矿物和产状等将本区的金矿床划分为:石英脉型、蚀变破碎带型、与火成岩体有关的热液型和与火山岩有关的热液型等四种类型。但它们形成的共同特点是:金来自老变质岩层,金的富集与区域变质—混合岩化作用有关。火成岩、火山岩对其有改造和叠加作用。本区的建平群小塔子沟组地层金的丰度最高,是金的矿源层。内蒙地轴在前震旦纪经历了长期的多旋回的火山活动,喷发出大量中基性火山熔岩、火山碎屑岩,并带来了较丰富的金元素。在成岩过程中,金得到聚集,又经长期多旋回的区域变质—混合岩化,金重新得到活化、迁移和富集。

金既受层控,又遭改造;既有沉积变质作用,又有后期叠加作用。因此,本人认为,本区金矿床应属层控矿床。

Geological Features of Archeozoic Stratabound Gold Deposits in Western Liaoning

Liang Zhizi

(No.109 Geological Party, Lianoning Exploration Company, China National
Nonferrous Metals Industry Corporation)

Abstract

The Archeozoic stratabound gold deposits are referred to those occurred in the formation of Jianping group in the Jianping ancient rise of the Inner Mongolian Axis. The old metamorphic rocks of the Xiaotazigou Formation of the Jianping Group is the source bed of the gold deposits in this district with Au and Ag contents 10 to 70 times higher than their clarke values. The near-ore wall rocks for the great majority (over 90%) of the gold deposits (including mineral occurrences) are chiefly plagio-hornblendite, hornblendite, biotite-plagiogneiss, migmatized granite and migmatite in the iron formation situated in the middle section of the Xiaotazigou Formation. Their significant high contents in Au, Ag and multimetal ores suggest that they are the main ore reservoir rocks in this district. The enrichment of gold bears a relation with regional metamorphism- migmatization. The igneous and volcanic rocks have reworked and superimposed the mineralization. All these were clarified through litho-chemical analyses and original rock restoration, characteristic studies of ore-bearing formation and accessory mineral (zircon), and isotopic composition determinations.