

# 小秦岭燕山期花岗岩的成矿系列及成因类型

华锡棠

黄由岳

(浙江有色地质勘探公司)

(西北有色地质勘探公司)

本文就小秦岭岩浆岩的演化规律、岩石系列、岩石化学特征及成矿专属性,初步探讨了花岗岩的成因类型;从矿化、矿床之间的时空关系,分析归纳了燕山期花岗岩的成矿系列,试图揭示它们的内在联系,以指导找矿。

本文内容限于陕西地区,只是在论述成矿专属性及成矿系列时才联系到豫西地区。

本区在太古代接受了厚度大于10000米的地槽型海相火山喷发沉积物的堆积,后经强烈的区域变质及混合岩化、花岗岩化作用形成了太华群变质岩系。元古代北部隆起形成了华山隆起带,南部下降成边缘拗陷,沉积了震旦亚界长城系铁洞沟组石英岩、石英片岩(厚423~2885米)及厚千米以上的熊耳群火山岩。其南则沉积了宽坪组云母石英片岩及大理岩夹火山岩,以及陶湾组大理岩夹火山岩;嗣后沉积了蓟县系石英岩、板岩及燧石条带白云质灰岩(厚700~1500米),同时有少量中酸性岩浆活动。寒武纪只沉积了厚度不大(210~800米)的灰岩及板岩,至加里东期,地层挤压褶皱成加里东褶皱带,并伴生东西向的带状岩浆岩。加里东褶皱带与华山隆起带连成一片,表现了华北地台陆壳不断增生、不断增厚。海西期只在洛南附近形成了近东西向的陆相断陷盆地,沉积了厚度不大的砂岩、页岩夹煤层。印支燕山期构造活动表现为北东向隆起与拗陷及一系列断裂构造,同时有大量岩浆岩沿断裂侵入,形成一系列的岩基、岩株及岩脉。至新生代,只在山间盆地中堆积了红色砂砾岩及第四系冲积物、坡积物(图1)。

## 中酸性侵入体的地质特征

### 1. 岩石分类及岩石化学特征

区内中酸性侵入体主要由钙碱系列岩石(里特曼指数平均为2.62)组成(表1)。岩石命名采用南京大学地质系1973年的岩石分类方案,可分为:

(1) 闪长岩类:主要有闪长玢岩、石英闪长玢岩、石英二长斑岩等。岩石常见斑状、似斑状结构,基质为细粒结构。主要矿物为斜长石(含量达40~70%,以中长石为主,部分为拉长石)、钾长石(5~20%)、石英(3~5%);暗色矿物较多(15~25%),为辉石、角闪石等;副矿物为磁铁矿、磷灰石、榍石、锆石。岩石化学成分与我国闪长岩类的平均成分相当,唯 $K_2O$ 含量偏高。

(2) 花岗岩类:主要有二长花岗岩、花岗岩、花岗斑岩、钾长花岗斑岩等。岩石由石英(25~40%)、钾长石(30~50%)、斜长石(常为中—更长石,含量15~30%)、黑云母(>5%)等组成;副矿物有磁铁矿、磷灰石、榍石、锆石、钛铁矿等。有些岩体中含微量的萤石、白钨矿、辉钨矿、方铅矿。从岩石化学成分看,可分酸性岩及中酸性岩两类。

① 酸性岩:包括花岗岩和钾长花岗岩。其化学成分比国内同类岩石更富碱,钾、钠比值更高,而钙、碱比值则低。

② 中酸性岩:包括花岗闪长岩和斜长花岗岩。岩石的碱度及钾、钠比值同样高于同类岩石。

花岗岩类的小岩体中,Mo, W, Cu, Pb,

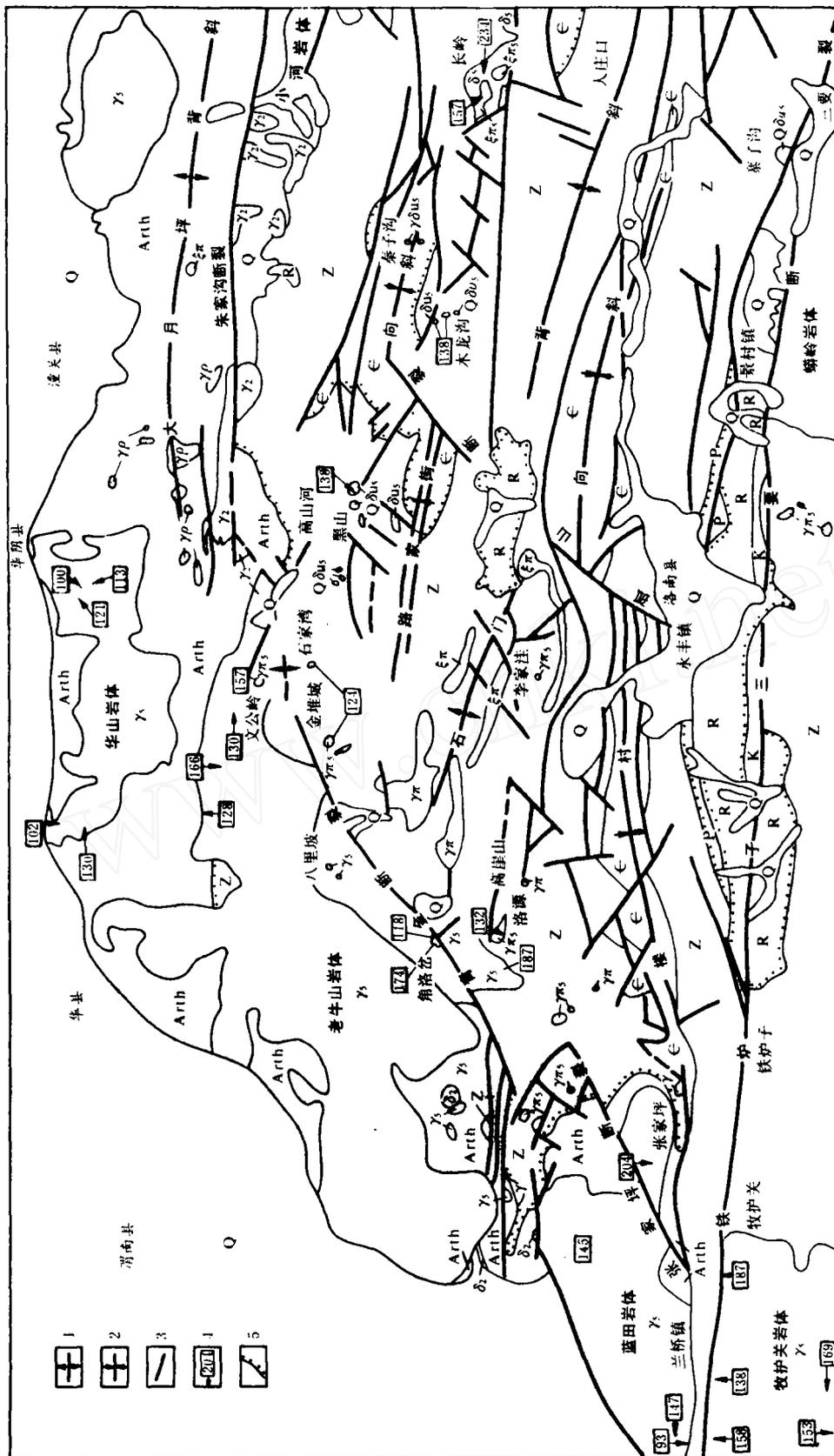


图1 陕西省小寨岭岩体构造简图

Q—第四系；R—第三系；K—白垩系；P—二迭系；ε—寒武系；Z—震旦系；Arth—前震旦系；Y—花岗岩；Yπ—花岗斑岩；Yδπ—花岗岩闪长斑岩；Yρ—花岗伟晶岩；Qδu—石英闪长岩；δ—闪长岩；δπ—闪长玢岩；επ—闪长玢岩；δπ—正长斑岩；1—背斜轴；2—向斜轴；3—断层；4—同位素年龄测定值（百万年）；5—不整合界线

中 性 侵入 体 岩 石

岩体名称	岩石名称	样品数	分 析 结 果 %									
			SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
华 山	二长花岗岩	10	72.59	0.13	14.54	1.28	0.91	0.05	0.27	1.89	4.12	4.03
老牛山	二长花岗岩	4	71.14	0.25	14.44	1.60	1.34	0.05	0.67	1.96	3.61	4.12
文公岭	二长花岗岩	1	70.50	0.44	13.56	1.32	1.64	0.098	0.32	2.24	3.84	3.92
石家湾	钾长花岗岩	1	71.69	0.21	13.88	1.12	1.19	0.03	0.51	1.44	3.48	4.52
金堆城	钾长花岗岩	3	76.82	0.09	12.44	0.69	0.72	0.02	0.13	0.56	2.48	5.31
西马路沟	花岗岩	2	70.13	0.58	15.35	2.52	0.78	0.15	0.49	0.37	0.88	6.67
八里坡	花 岗 岩	1	70.06	0.23	13.45	1.17	1.65	0.12	0.26	1.96	3.35	4.44
"	花 岗 岩	1	70.00	0.33	14.84	1.95	0.95	0.11	0.73	1.68	3.60	4.46
角洛岔	二长花岗岩	1	73.70	0.33	13.46	0.33	1.12	0.049	0.24	0.78	4.19	5.21
"	二长花岗岩	1	71.45	0.30	14.69	1.34	0.72	0.086	0.44	1.57	3.77	4.84
高崖山	花岗岩	1	72.10	0.67	12.04	4.34	0.86	0.031	0.28	0.56	0.29	7.43
石庄沟	石英闪长玢岩	1	61.72	0.59	16.83	3.33	2.98	0.12	1.84	4.71	3.55	3.60
下 斜	石英闪长玢岩	1	60.84	0.62	17.30	2.86	4.26	0.11	2.16	4.83	3.67	3.34
杨 沟	石英二长斑岩	2	62.68	0.49	17.02	2.87	2.04	0.09	1.36	3.76	3.51	3.65
店 门	闪长玢岩	1	56.74	0.74	18.59	3.06	3.81	0.13	2.22	6.66	3.35	2.88
李家洼	斜长花岗岩	2	67.67	0.32	14.03	0.94	1.32	0.06	0.61	3.12	2.84	5.43
寨子沟	闪长玢岩	2	51.94	1.17	16.56	4.81	5.91	0.20	3.80	8.13	3.28	2.27
木龙沟	花岗闪长斑岩	8	63.16	0.47	15.97	2.56	2.07	0.07	1.22	3.95	3.35	4.59
庙 沟	花岗闪长岩	2	64.46	0.53	16.30	1.93	1.42	0.06	1.30	4.78	3.51	3.57
寨子沟	闪长玢岩	1	55.94	1.18	16.31	3.31	5.07		3.67	6.44	3.60	3.32
寨子沟	花岗闪长斑岩	3	67.28	0.50	15.04	2.09	1.75		0.81	2.70	3.65	4.77
八宝山	花岗闪长斑岩		65.44	0.42	15.84	1.90	3.01	0.08	0.99	3.32	3.62	3.78
碾家沟	二长花岗岩		68.86	0.29	13.63	1.13	2.65	0.11	0.77	1.25	2.26	5.70
南泥湖	二长花岗岩	37	73.26	0.15	12.98	1.27	0.54	0.04	0.50	1.15	2.19	6.10
南泥湖	花岗闪长岩	3	66.73	0.55	14.83	1.80	1.62	0.05	1.54	2.37	3.75	5.0
中国岩	花 岗 岩	221	71.27	0.25	14.25	1.24	1.62	0.08	0.80	1.62	3.79	4.03
浆 岩 平	花岗闪长岩	41	64.98	0.52	16.33	1.89	2.49	0.09	1.94	3.70	3.67	2.95
均 数 值	闪 长 岩	17	57.39	0.89	14.42	3.10	4.15	0.18	3.77	5.58	4.26	2.57

化 学 成 分 表

表 1

$\frac{K_2O}{Na_2O}$	$\frac{K_2O}{SiO_2}$	$\frac{K_2O}{K_2O+Na_2O}$	李特曼 指 数 $\delta$	$\frac{CaO}{K_2O+Na_2O}$	Al	备 注
					$Na + K + \frac{Ca}{2}$	
0.98	0.055	0.495	2.24	0.232	1.14	
1.14	0.058	0.533	2.12	0.253	1.18	
1.02	0.056	0.505	2.19	0.289	1.09	
1.30	0.063	0.565	2.23	0.180	1.17	
2.14	0.069	0.682	1.79	0.072	1.26	
7.58	0.095	0.883	2.10	0.049	1.69	岩 脉
1.33	0.063	0.570	2.25	0.253	1.10	北部岩体
1.24	0.064	0.533	2.41	0.208	1.20	南部岩体
1.24	0.071	0.554	2.88	0.083	1.02	晚 期
1.28	0.068	0.562	2.61	0.182	1.14	早 期
25.62	0.103	0.962	2.05	0.073	1.32	
1.01	0.058	0.503	2.73	0.659	1.20	
0.91	0.055	0.477	2.75	0.689	1.23	
1.04	0.058	0.510	2.61	0.525	1.29	
0.86	0.051	0.462	2.82	1.07	1.25	
1.91	0.080	0.657	2.77	0.377	1.06	
0.69	0.043	0.409	3.45	1.46	1.10	
1.37	0.073	0.578	3.13	0.50	1.13	
1.02	0.055	0.504	2.34	0.68	1.17	
0.92	0.059	0.480	3.70	0.931	1.07	
1.31	0.071	0.567	2.92	0.321	1.09	
1.04	0.058	0.511	2.44	0.449	1.22	
2.52	0.083	0.716	2.45	0.157	1.22	
2.79	0.083	0.736	2.27	0.139	1.15	浅部岩体
1.33	0.075	0.571	3.23	0.271	1.07	深部岩体
1.06	0.057	0.515	2.16	0.207	1.19	
0.80	0.045	0.446	1.99	0.559	1.28	
0.60	0.045	0.376	3.48	0.817	1.10	

Ag 含量较高, 其中Mo可高出酸性岩平均值的 十几到几十倍, Cu, Pb, Zn可高出几倍, 从

岩体中微量元素含量 (ppm)

表 2

岩体名称	Mo	Sn	W	Be	Cu	Pb	Zn	Ag	Sr	Ba	备注
老牛山	<1	<10		3.3	54	40	26	<0.1	2271	3100	F 0.185%, Cl 0.021% 花岗斑岩岩脉, F 0.173%, Cl 0.021% 细粒二长花岗岩 (早期) 中粒二长花岗岩 (晚期)
张家院	34				27	68	61	0.13			
石家湾	77				48	58	52	<0.1			
金堆城	>100			7	30~100	30		0.47	200	100	
西马路沟	15				80	60	47	0.45			
角洛岔	17		18	<7	111	<90	<100	<1			
角洛岔	25		9	<8	123	100	<100	<1			
木龙沟	1.8			1.5	29	<10	296		366	460	
酸性岩平均值*	1	3	1.5	5.5	20	20	60	0.05	300	830	

\* 维诺格拉多夫, 1962。

少数岩体化验资料看, F, Cl 也较高 (表 2)。

(3) 正长岩类: 见有正长岩和正长斑岩脉。分布于岩体附近的构造裂隙或穿插于岩体中。岩石中出现了碱性长石和霓辉石等。

## 2. 中酸性侵入体的时代及产出特征

(1) 中酸性侵入体的时代: 秦岭东部印支燕山期侵入体的生成顺序呈现了南早、北晚的趋势, 本区小岩体除长岭闪长岩外均属燕山期产物。岩体中各类岩石的穿插关系也表现了各类岩石的先后顺序, 如寨子沟、秦子沟岩体中花岗岩生成晚于闪长岩; 杨家坪岩体中见花岗岩穿插于花岗闪长岩中, 这个顺序与岩浆岩从闪长岩→花岗闪长岩→花岗岩的演化规律相符。晚期还出现了正长岩脉。

(2) 构造分布与岩体产出特征

① 区内东西向构造起着骨架作用, 又有北西向及北东向构造搭配, 构造线呈等间距排列, 早期构造又受后期构造诱发而复活 (图 1)。

② 区内东西向构造活动较早, 其次是北西向构造。至中生代, 区内主要表现为北东向构造活动, 同时又是印支、燕山期岩浆活动时期。所以, 构造控制着岩体的分布及形态。几组构造交汇的地区, 也是岩体群发育的地区。如黑山地区是东西向、北西向、北东向构造的交汇处, 也就发育了周家沟、下斜、杨沟岩体。周家沟岩体受

北东向及东西向构造控制, 所以岩体呈北东向拉长的扁豆体, 它们派生的岩脉更明显地充填于上述构造裂隙中; 老牛山岩体呈不规则的菱形, 长边呈北东向, 短边近东西向。该岩体形成时岩浆活动方向由北向南, 岩浆的前锋沿北西向及北东向构造前进, 进入构造发育的脆弱带, 形成了三个向南突出的舌状体; 石家湾岩体受北西向构造控制, 在北东向构造活动时, 使早先的北西向断裂重新启开, 岩浆侵入形成了北西向岩体; 金堆城岩体派生的西马路沟岩脉, 明显地追踪北西及南北向裂隙构造分布。

由于构造的“等距性”及“棋盘格式”布局, 岩体也呈“等距性”及“棋盘格式”分布, 由西向东依次排列有: 金堆城—角洛岔岩体带, 黑山—李家洼岩体带, 木龙沟岩体带, 长岭—寨子沟岩体带。

岩性与构造也有一定关系, 在隆起带及背斜部位往往出现酸性岩石, 在拗陷带及向斜部位岩石往往偏中性。

③ 本区岩体形成深度可分为:

中深成相岩体多呈岩基产出, 出露面积 100~500 km<sup>2</sup>, 多数为二长花岗岩, 中粗粒结构, 边缘相不明显, 岩体中往往有伟晶岩脉穿插。

浅成相岩体多呈岩株、岩脉产出, 出露面积均小于 1~1.5 km<sup>2</sup>, 一般向外倾。岩石有钾长

花岗斑岩、花岗斑岩、花岗闪长斑岩、斜长花岗岩、石英闪长玢岩、闪长玢岩等，具斑状结构，基质细粒。本区岩体多属浅成相，只有少数不具斑状结构的岩体属浅—中深成相。豫西后瑶峪、圪老湾岩体及本区南侧的南台岩体是伴有隐爆角砾岩、侵入角砾岩的超浅成岩体。区内只见坡阳沟岩体中的流纹斑岩伴有侵入角砾岩，可能也属浅成相。

3. 岩浆岩演化系列及成矿专属性 这套岩浆岩起点高，最早只生成中性闪长岩，没有基

性、超基性岩伴生，生成以花岗岩类为主体的中酸性岩浆岩。这类花岗岩以富含 $\text{SiO}_2$ ， $\text{Na}_2\text{O}$ ， $\text{K}_2\text{O}$  ( $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ )，贫 $\text{CaO}$ ， $\text{MgO}$ 为特征，属钾质系列的岩浆岩。

(1) 岩浆演化序列：岩浆演化序列及岩石特征列于表3。岩浆各阶段演化情况归纳如下：

① 中性阶段：深部岩浆处于高温、高内压状态，挥发份均溶在其中，小股上升的岩浆酸度较低，铁、镁、钙质含量较高，因而早期形成中性闪长岩体。岩浆结晶温度高，同化混染作用强

表 3

岩 类	中 性	中 酸 性	酸 性	碱 性
岩 浆 演 化 序 列	闪 长 岩 → 花 岗 岩 → 二 长 花 岗 岩 → 正 长 岩 石 英 闪 长 岩 斜 长 花 岗 岩 花 岗 岩、 钾 长 花 岗 岩 霓 辉 正 长 岩			
酸 度 ( $\text{SiO}_2$ %)	58.5	65	72	63
碱 度 ( $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ %)	6.7	7.8	8.1	>10
$\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O} < \text{Na}_2\text{O}$		$\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$
Fe、Ca、Mg	(递 减)			
蚀 变 程 度	弱 (递 增)		强 (递 增)	
同 化 混 染	(递 减)			
成 矿 作 用	弱 (递 增)		强 (递 减)	

烈，围岩中钙、镁组份的加入，增加了岩体边缘相的基性程度。热力变质带宽广，而热液蚀变作用较弱。由于岩浆分异作用未能充分进行，挥发份未充分聚集，含矿元素未能充分萃取，没有形成成矿元素的大量富集，很少形成工业矿床。

② 中酸性及酸性阶段：在深部岩浆不断演化过程中，部分陆壳组分重熔加入岩浆，酸度、碱度增加，岩浆沿断裂构造上升到浅部，形成中酸性及酸性岩体。随着岩浆温度的降低，挥发份不断逸出，使岩体及围岩遭受了强烈的热液蚀变作用。由于岩浆的演化分异作用，促使碱质、挥发份不断增加，成矿元素不断萃取与富集，形成了工业矿床。

③ 碱性阶段：在岩浆演化末期，碱度及钾、钠比值增加，形成了正长岩脉。

(2) 成矿专属性：本区（包括豫西）燕山

期中酸性岩浆岩属于钾质系列，主要成矿在酸性花岗岩阶段。这与华北地台的邯邢地区不同，那里出现基性—中性岩石，其中钠质较高，钾、钠比值低，属钠系列。成矿阶段为岩浆演化后期的闪长岩阶段，形成大量夕卡岩型铁矿；与南岭花岗岩的岩石成分也不同， $\text{SiO}_2$ 及 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比值均小于南岭花岗岩，因而成矿组合也不同；与江西铜厂斑岩铜矿的花岗闪长岩化学成分相似，但 $\text{K}_2\text{O}$ 含量要高于铜厂。总之，本区中酸性岩浆岩有自己独特的成矿组合。将上述各区的成矿阶段、成矿组合列于表4。

随着岩浆演化，本区成矿组合也随着递变，显示了岩浆岩的成矿专属性。闪长岩类只形成了规模很小的铁矿（黑山）；中酸性花岗闪长岩类形成了小、中型铁矿，铜铅矿（木龙沟、八宝山）及铅锌矿；酸性花岗岩形成了大型铅矿（南泥

表 4

成矿阶段		闪长岩		花岗闪长岩		花岗岩	
地区		邯邢	本区	江西铜厂	本区	南岭	本区
岩石化学特征	SiO <sub>2</sub>	54	58.5	64.5	65	73	72
	Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	5.6	6.7	6.7	7.8	7.8	8.1
	K <sub>2</sub> O / Na <sub>2</sub> O	0.62	0.91	0.81	1.23	1.36	1.30
	CaO / (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	1.27	0.89	0.55	0.5	0.12	0.19
成矿组合		Fe (Co)(V)	Fe (Cu)	Cu, Mo	Fe (Cu)(Mo)	W, Sn (Mo), Ta	Mo, W (Cu)(Pb)

湖、金堆城、石家湾), 小型至大型的钨矿(清峪、三道庄)及铜、铅锌矿等。

### 燕山期花岗岩的 成矿系列及成因类型

1. 花岗岩的成矿系列 在中生代强烈的构造及岩浆活动过程中, 形成了巨大的金堆城、黄龙铺、南泥湖等钼矿床, 并伴随钨、铜、铅等的成矿组合; 这些矿床及矿点沿华北地台南缘分布, 自秦岭向东经伏牛山至大别山构成了巨大的北西西向钼矿成矿带, 也是我国主要的钼矿带。

岩浆岩演化至燕山晚期, 形成了一系列小型(出露面积小于1 km<sup>2</sup>)的花岗斑岩岩株, 随之形成了钼矿。成矿母岩的岩石化学特征: SiO<sub>2</sub>一般大于70%, 平均72.04%; Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O为7.55~9.44%, 平均8.2%; K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O为1.02~2.79, 平均1.7; CaO/(K<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>O)小于0.3, 平均0.169。总之酸度、碱度、钾钠比值高于国内同类岩石, 而CaO则较低(表1)。成岩过程中伴随产生的钼矿有: 细脉浸染状斑岩型钼矿、接触带夕卡岩型钼矿、远离岩体的密集脉状钼矿。这些不同类型的钼矿是在同一区域地质背景条件下, 同一构造岩浆活动的地质作用过程中形成的。在生成时间上具有序列性, 在空间分布上具有分带性, 可以称之燕山期花岗岩钼矿成矿系列。

由于控矿条件的差异, 导致矿床共生组合上的差异, 初步归纳为下列两个亚系:

(1) 细脉浸染状斑岩型钼(铜)矿—密集脉状钼矿床—含铅锌石英脉: 分布于华山隆起带

南侧的金堆城、黄龙铺一带。围岩是震旦亚界熊耳群火山岩及高山河石英岩, 是在构造裂隙相对开放条件下形成的矿床系列。如石家湾就是受花岗斑岩岩体控制的细脉浸染状钼矿床, 其西南在高山河石英岩中形成了受构造裂隙控制的密集细脉型桃园钼矿床。

(2) 细脉浸染状斑岩型钼(铜)矿床—夕卡岩型钼(钨)矿床—脉状铅锌矿: 分布于相对拗陷的复式向斜部位的八宝山、南泥湖一带。围岩是中上震旦系及下寒武系碳酸盐岩。是在相对封闭条件下形成的矿床系列。如南泥湖形成了受花岗斑岩体控制的细脉浸染状钼矿床, 其西北在外接触带碳酸盐岩地层中形成了受层间剥离构造控制的夕卡岩型三道庄钼钨矿床。

2. 金堆城—黄龙铺钼矿田的矿床类型 矿田内地层走向东西, 组成向东侧伏的黄龙铺背斜, 并发育有北东向及北西向断裂构造, 在构造交汇的脆弱带形成了两个北西向钼(钨、铜、铅)综合异常及钼矿带。

矿田内钼矿可分为斑岩及脉状两种类型。斑岩型的金堆城、石家湾矿床均受岩体控制, 矿体呈北西向的椭圆形; 黄龙铺、宋家沟、桃园等脉状钼矿均受断裂、裂隙构造控制。矿体呈北东向雁行排列, 彼此紧挨而联结成一个呈北西延长的分枝矿体, 如黄龙铺矿床(图2)。

(1) 斑岩型钼钨矿床: 为发育于岩体和内外接触带的细脉浸染状钼矿。金堆城钼矿化发育于整个岩体及接触带, 为一实心筒状矿体; 石家湾矿床为发育于接触带的空心筒状矿体。

该类矿床21件辉钼矿、黄铁矿硫同位素测定

$\delta S^{34}\%$  为 1~5.1 (与南泥湖斑岩铜矿  $\delta S^{34}\%$  2.54~6.27 相接近), 均为正值, 变化区间较

窄, 呈塔式分布, 接近于陨石硫特征, 说明硫源于上地幔至下地壳。

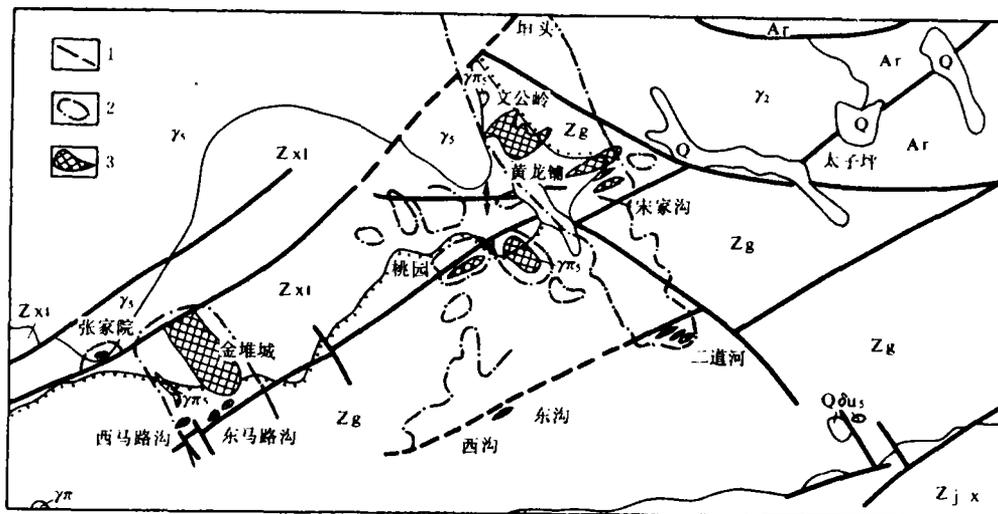


图 2 金堆城—黄龙铺铜矿田地地质略图

Q—第四系冲积层; Zj-x—蔚县系龙家园组—巡检司组硅质—凝灰质条带碳酸盐; Zg—蔚县系高山河组石英岩夹板岩; Zx1—长城系熊耳群中—基性火山岩; Ar—太古界太华群片麻岩;  $\gamma_s$ —燕山期花岗岩斑岩;  $\gamma_1$ —燕山期老牛山花岗岩; Q $\delta_{us}$ —燕山期闪长玢岩;  $\gamma_2$ —元古代小寨岭花岗岩; 1—实测及推测断层; 2—一次生晕铜综合异常; 3—铜矿体

(2) 脉状铜矿床: 发育于熊耳群火山岩及高山河石英岩中。中部桃园、宋家沟矿床为密集细脉型, 其北黄龙铺矿床为密集大脉型, 其南二道河矿床、东沟矿点也是密集细脉型, 但含脉裂隙有时转为层间裂隙。以桃园、黄龙铺铜矿床为例叙述如下:

① 桃园铜矿产于高山河组石英岩、凝灰质板岩及辉绿岩脉中, 控矿构造为一组走向北东 $60^\circ$ 、南倾 $50\sim 60^\circ$ 的断裂构造。围岩蚀变为硅化、钾化、褪色化、黄铁矿化, 呈线形蚀变。主要为长石石英脉, 其次是石英脉, 少数为石英天青石方解石脉。这些脉充填于控矿断裂旁侧的密集裂隙中, 脉宽数毫米至 $1\sim 2$ 厘米, 几十厘米宽的脉少见。脉体中常含有萤石、黄铁矿、辉钨矿、方铅矿, 主要以浸染状、团块状赋存在脉体中。这些密集的含矿脉体组成铜矿体, 品位与含脉率成正比, 产状与控矿断裂一致, 矿体呈脉状, 雁行排列, 向西南侧伏, 已具大型规模。矿石中伴生有铅、稀土元素等。

② 黄龙铺铜矿主要产于熊耳群顶部安山岩与

凝灰质板岩互层中。围岩蚀变较弱, 有硅化、黑云母化、碳酸盐化。常见长石石英脉、石英脉、天青石石英方解石脉(含萤石、重晶石)。多数为大脉, 脉宽几十厘米到 $1\sim 2$ 米, 主要受倾向 $130\sim 160^\circ$ 、倾角 $70\sim 85^\circ$ 及倾向 $320\sim 350^\circ$ 、倾角 $70\sim 85^\circ$ 的两组裂隙控制, 脉体常分枝尖灭, 交错穿插。金属矿物有黄铁矿、辉钨矿、方铅矿, 其次为黄铜矿、氟碳铈矿、钽铀矿、铌钽铀矿等。黄铁矿、辉钨矿、方铅矿主要在脉体中, 蚀变围岩中极少, 稀土及含钨矿物主要赋存于长石石英脉及天青石石英方解石脉中。密集的含矿脉体组成了北西向的分枝多边形矿体, 矿床规模巨大, 矿石中伴生组分铀也达到了工业要求, 实际上为铜铀矿床。

本类矿床13件辉钨矿、黄铁矿硫同位素测定  $\delta S^{34}\%$  变化范围为 $-6.5\sim -12.2$ , 偏离零值较大, 变化区间较宽, 可能部分物质来源于地壳, 受壳源硫影响所致。

上述两类矿床, 虽然物质来源、矿床类型不同, 但可能是在同一区域地质背景条件下, 在燕

(下转第11页)

包裹围岩,使之成为交代残留体。这种现象在I、II号矿体中均可见到。这个阶段硫化物的结构、构造也发生了很大变化,胶状硫化物已结晶呈微晶状,微晶球状消失或转变成球状,微晶粒状变成粗晶粒状或粗晶集合体。后期还可出现细脉状或胶状脉的硫化物等。

3. 岩浆—表生阶段(图3-3) 由于岩浆岩侵入,不仅促使围岩中成矿物质的再次活化转移,而且还叠加新的岩浆热液矿化,形成夕卡岩型铅、锌矿或热液脉状铅、锌矿(厂坝外围)。在矿区内已发现夕卡岩,但迄今未发现与之伴生的矿体,今后应当注意寻找。表生阶段矿床遭受长期风化剥蚀,氧化带比较发育,形成一系列的氧化物和氧化矿体。图4就是

矿床现今面貌的轮廓。

厂坝矿床是西成铅、锌矿田中规模最大、最特殊的矿床。它产于冒地槽中,位于古大陆边缘的弧后盆地近岛链一侧的碳酸盐岩台地外边缘。矿床直接受台地外边缘指状丘滩相带中的生物丘、丘后凹地、丘前凹地和生物滩的控制。是一个多来源、多阶段、多成因的火山热卤水喷气沉积—变质矿床。

#### 主要参考文献

- [1] 黄世坤:地质与勘探,1983,第7期
- [2] 姜齐节等:地质与勘探,1980,第1~2期
- [3] 周维君:沉积学报,1983,第4期

(上接第19页)

山期构造岩浆活动过程中形成的一系列矿床。

#### 3. 花岗岩成因类型的初步探讨

从岩浆岩演化的岩石系列、岩石化学成分、副矿物组合、成矿元素,以及本区地壳演化规律分析,本区花岗岩(金堆城岩体 $Sr^{87}/Sr^{86}$ 值为0.709)的成因类型相当于南京大学地质系及宜昌地质矿产研究所划分华南花岗岩成因类型中的同熔型(混合源)。这套岩浆岩发育于华北地台边缘的断裂带附近,中生代构造活动、特别是断裂构造活动促使上地幔派生的岩浆上升,导致部分陆壳重熔,并使两者混染,发生同熔作用,产生了一系列中酸性侵入体及伴生的火山岩(蟒岭岩体南侧见少量火山岩),随之形成了钼、铜、铁等矿产。但分布于华山隆起带的老牛山、华山岩基,系多期形成的复式花岗岩体,属超酸性铝过饱和富钾酸性岩, $Sr^{87}/Sr^{86}$ 值为0.712(老牛山岩基),故其成因类型相当于改造型(壳源)。

本区同熔型花岗岩较华南同类型花岗岩有更多的壳源物质加入,所以本区岩石中 $SiO_2$ ,  $K_2O + Na_2O$ ,  $K_2O/Na_2O$ 高于同类岩石,成

矿元素也有较多的W, TR等亲石元素加入。硫同位素也表明部分钼来自上地幔,部分来自地壳(太华群中由变质作用形成的含金石英脉中也伴生钼,由此推测部分钼可能来自基底地层—太华群变质岩系)。这些都说明了在成岩成矿过程中有较多的壳源物质加入,也就导致本区同熔型花岗岩与华南同熔型花岗岩成矿专属性的差异,形成了本区独特的成矿系列。

文中资料主要来源于西冶712队钼矿综合研究组,图件由赵世琴、曲庭珍同志清绘,在此一并致谢。

#### 参 考 文 献

- [1] 张安禄、许德焕:国外地质参考资料,1981,18期
- [2] 南京大学地质系:中国东南部花岗岩类的时空分布、岩石演化、成因类型和成矿关系的研究,1980
- [3] 范永香:地质与勘探,1980,6期
- [4] 西北地质科学研究所:秦岭东段小秦岭地区中酸性侵入体时代、特征及含矿性,1975(未刊稿)
- [5] 湖北省地质科学研究所第二研究室:地质科研报告汇编,1975,第四辑