

则距之较远。相反,后者更接近于碱标(5.71)。第一、二岩群的钙量分别为2.31和1.33,其钙碱标、有效值和碱标,分别为3.66、2.51和1.26。显然,前者相对靠拢钙碱标和有效值,而后者则靠近碱标。就Mg量和 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 而言,两岩群与“标准”的关系,均与前述相似,故不赘述。但Al的规律“反常”,相对靠近钙碱标的不是第一岩群,而是第二岩群,其原因尚不清楚。

关于岩石化学和岩石成矿(铜、铅)的专属性问题,初步认为铜、铅的沉淀富集与晚期岩浆及其在气液中运移的地球化学所有关。因素之一是,K量随岩浆富碱而继续增长,以及温度压力的降低,不利于深部流体岩浆分馏出铜质进入晚期岩浆并随气、液继续搬运;而Ca、Mg量的降低,不利于铜的沉淀富集。这就导致早期相对低K富Ca、Mg的第一岩群沉淀富集铜矿,晚期相

对富K贫Ca、Mg的第二岩群富铅。

综上所述,尽管岩带属于偏碱性岩系,但成矿的岩石化学特征,仍与我国钙碱性岩系斑岩相似,即当岩化值过渡接近钙碱系列时,则有可能成矿,诸如铜厂、长安冲、六万正长岩类等中碱性岩群。

需要说明的是,由于统计样数少,对各岩化值的分析又是孤立地进行的,所以上述认识的科学性尚有待验证。表6给出的结果也只是定性的,定量范围只是初步的。

文中引用的许多数据,是广大地质同行提供的,在撰稿过程中得到于民忠、刘存林、李雷工程师和张泰身同志的帮助、指导,在此一并致谢!

溧水地区火山—侵入旋回演化规律与金属矿化

江苏冶勘813队 游杰斌

区域地质概况

本区位于下扬子拗陷东端,溧水—宁芜中断凹东缘,茅山断凸西侧。区域中部广泛分布着受区域性深断裂控制的燕山旋回的火山—侵入杂岩,构成北北东及近东西向的构造岩浆杂岩带。

区内经历了印支期、燕山期、喜山期的多旋回构造运动(印支前为升降运动),构造活动具有明显的继承性。

在印支旋回及燕山旋回早期,它和宁芜处于同一中断凹(溧水—宁芜中断凹),燕山一幕,以方山—小丹阳断裂为界,明显分为两个毗邻的火山岩盆地(图1)。

火山—侵入旋回演化规律及特征

1. 火山—侵入旋回的划分

自早至晚,区内火山岩的序次是:角闪安山

岩(J_3L^1)→玄武岩(J_3L^2)→粗安岩(J_3d^1)→钾质石英粗面岩(J_3d^2)→流纹岩(K_1j)。侵入岩的先后序次是:角闪闪长岩→闪长辉长玢岩→石英闪长岩、粗安斑岩→钾质石英粗安斑岩、正长斑岩→石英斑岩(脉岩)。二者岩性组合、序次及演化规律基本一致,只存在相的差异。

初步认为,火山岩及侵入体在时间、空间及成因上是先喷发后侵入,但各期侵入体并非整个火山活动全部静止后再循序侵位,而是在每个大的喷发旋回(或亚旋回)的晚期,就有相同成分岩体入侵,因而组成了相同岩石系列的火山—侵入旋回,每个旋回形成了同质异相的火山—侵入岩组合。根据各期岩体的穿插关系、侵位上限及岩性组合建立的火山侵入旋回见表1。

2. 火山—侵入旋回的演化规律及特征

区内岩浆岩主要受制于燕山旋回,并且是同一岩浆原地的各部份分异熔浆,受制于同一构造

溧水地区火山—侵入旋回岩性组合及特征简表

表 1

时 代	火 山 — 侵 入 旋 回				金属矿化	岩 浆 岩 序 次
	旋 回	火山—侵入岩组合	火 山 岩 岩 性	侵入岩岩性		
下白垩系	甲山组	甲山旋回	流纹—石英斑岩组合	霏细流纹岩、瘤状流纹岩、流纹质熔结凝灰岩及火山角砾岩	石英斑岩	石英斑岩脉穿插流纹岩、石英闪长岩及闪长辉长岩
上侏罗系	观山亚组	观山亚旋回	钾质石英粗面—粗安斑岩组合	钾质石英粗面岩、粗面岩、熔结凝灰岩、角砾集块岩	钾质石英粗安斑岩	脉型铜铅锌及贵金属(Au)矿化
	丘虎山亚组	丘虎山亚旋回	粗安—石英闪长岩组合	粗安岩、粗安质熔结凝灰岩、集块岩、火山角砾岩、少量粗面岩	石英闪长岩、正长闪长岩、粗安斑岩	交代型及脉型铜矿化
罗 系	龙王山组	龙王山旋回	玄武—闪长辉长岩组合	玄武岩及玄武质火山碎屑岩	闪长辉长玢岩	火山气液铁矿、火山喷溢铜矿
	洪兰亚组	洪兰亚旋回	安山—闪长岩组合	角闪安山岩、辉石安山岩及火山碎屑岩	角闪闪长岩	热液铁矿

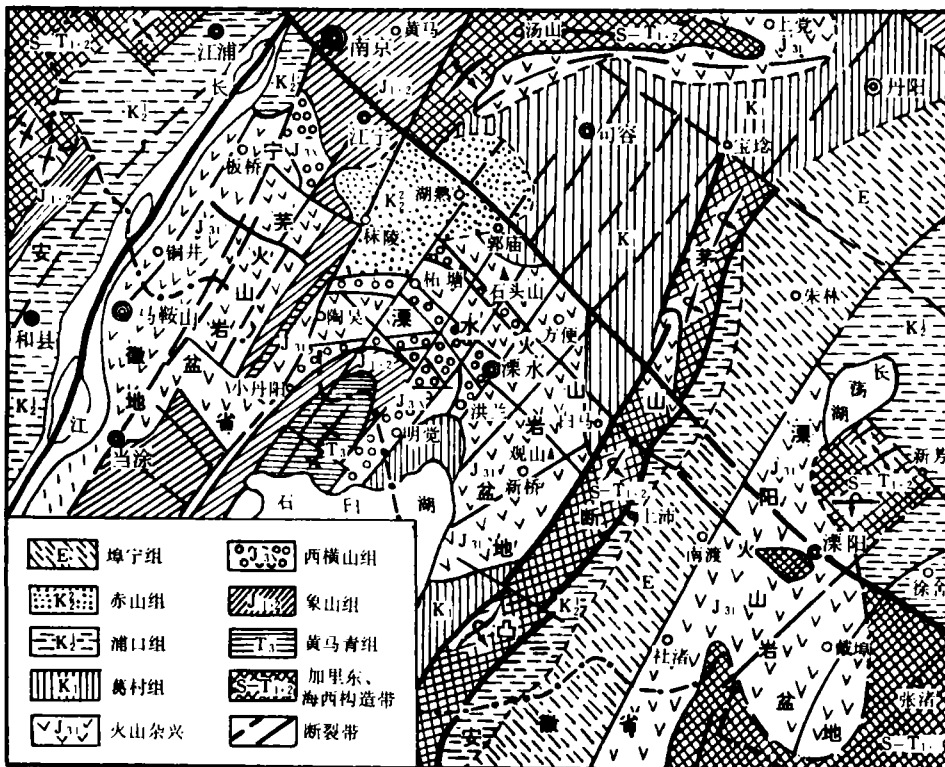


图 1 区域构造略图

体系所形成的、不同阶段的一套岩浆杂岩。

火山—侵入作用最明显的特征是：具多旋回性。晚侏罗世、燕山二幕的构造运动，首先导致了中—基性火山岩的喷发及岩体的入侵（龙王山旋回），经过较长时期的间歇，在浅水盆地中沉积了火山陆屑建造的云合山组；尔后，由于构造的继承活动，导致了粗面、粗安岩系列的喷发及中酸—碱性岩体的侵位（大王山旋回）。早白垩世的构造运动，导致了流纹岩的喷发及石英斑岩脉的侵入，形成了甲山旋回。

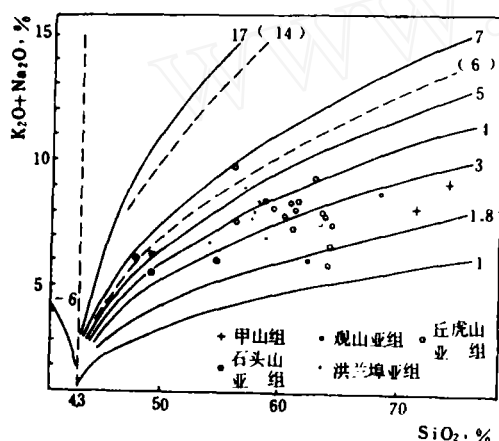


图2 溧水地区火山岩李特曼指数 (σ) 投影图

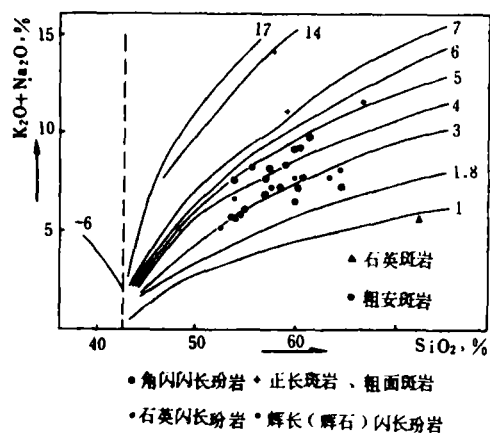


图3 溧水地区侵入岩李特曼指数 (σ) 投影图

区内火山—侵入岩钙碱指数（李氏）的演化规律是：火山岩主要由碱钙性向钙碱性演化，侵入岩为钙碱性→碱钙性→碱性（图2及3）。

据诺科斯反映岩浆岩演化和结晶作用中主要

化学组分变化的原子重量百分比三角图解，其演化规律为：在K—Na—Ca三角图中，大致可分两个演化方向，即主要由富钙向高钾演化，其次由富钙向钠偏高演化，即主要是自中基性岩向钾质石英粗面岩演化。而在 $Fe^{2+} + Fe^{3+} \rightarrow Na + K \rightarrow Mg$ 的三角图解中，主要是由富铁、富镁向贫铁高碱演化，即自中基性岩向酸、碱性岩演化（图4）。

上述演化特征，基本上反映了同一岩浆渊的倾向分异作用。根据FAM图解及分异指数对八种氧化物图解可以看出，区内岩浆岩为同一岩浆

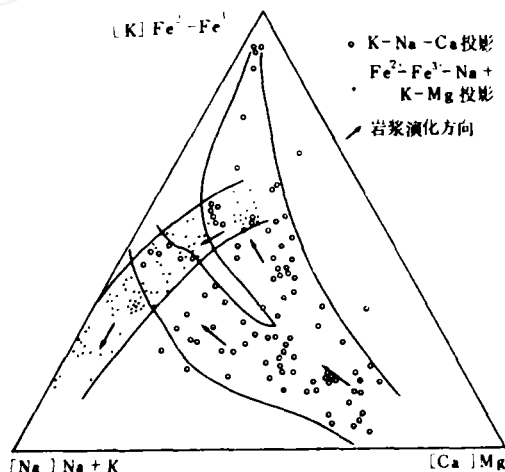


图4 溧水地区侵入岩原子重量百分比图解

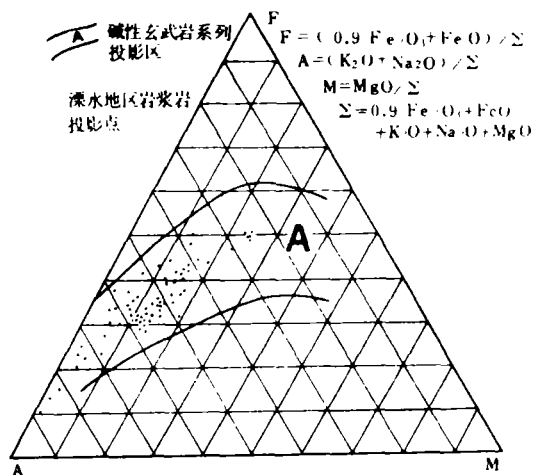


图5 溧水地区侵入岩FAM图解

渊，其原始成份相当于碱性玄武岩的区间（图5、6及表2）。

总之，区内岩浆岩的演化特征是：①自中、基性→中酸性→碱性向酸性岩演化；②在每个大

深水地区火山岩侵入岩岩化分析表

表 2

顺序号	样品数	岩石名称	岩石化学名称 (%)															火山—侵入旋回
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	其它	总量	
1	14	沸纹岩	71.421	0.285	14.083	1.775	0.874	0.027	0.237	1.705	3.515	4.47	0.128	0.94	0.266	0.130	99.829	甲山旋回
2	4	钾质石英粗面岩	66.638	4.67	14.959	4.049	0.499	0.035	0.354	0.394	0.63	9.47	0.173	1.40	0.359	0.062	99.48	观山亚旋回
3	2	钾质石英粗面岩	66.03	0.51	14.70	4.57	0.63	0.026	0.46	0.37	0.51	9.83	0.189	1.11	0.48		99.415	观山亚旋回
4	1	粗面岩	62.76	0.54	15.66	1.62	2.05	0.028	1.20	2.55	0.29	5.23	0.289	3.06	3.75	1.152	100.179	观山亚旋回
5	20	粗安质熔结凝灰岩	61.764	0.492	15.43	3.19	1.43	0.132	1.13	3.81	2.77	4.94	0.47	1.89	2.34	0.17	99.93	丘虎山亚旋回
6	12	粗安岩	59.86	0.584	15.13	2.897	2.40	0.119	1.668	4.29	2.85	4.51	0.212	2.131	2.84	0.105	99.603	丘虎山亚旋回
7	11	玄武岩	49.35	0.959	17.18	5.44	4.29	0.169	4.24	9.39	3.51	1.85	0.41	1.98	1.43	0.15	100.34	石头山亚旋回
8	3	辉石安山岩	55.307	0.773	18.06	5.817	1.776	0.142	1.85	7.993	3.773	1.787	0.357	1.03	0.953	0.258	99.876	洪蓝亚旋回
9	11	安山岩	55.83	0.679	16.88	5.028	1.955	0.103	2.03	4.578	4.58	2.937	0.314	2.49	2.097	0.098	99.605	洪蓝亚旋回
10	3	石英斑岩	72.767	0.20	13.207	0.73	1.173	0.029	0.587	1.693	0.937	4.547	0.081	2.697	1.093	0.102	99.843	甲山旋回
11	5	正长斑岩	57.748	0.261	20.216	1.648	1.042	0.209	0.225	1.234	7.68	6.272	0.04	2.418	0.54	0.333	99.866	观山亚旋回
12	8	石英粗安斑岩	61.74	0.615	15.600	1.654	2.764	0.203	1.393	2.541	1.045	7.468	0.252	1.779	3.617	0.343	100.015	观山亚旋回
13	4	石英闪长斑岩	63.72	0.417	16.18	2.19	2.05	0.079	1.36	2.99	4.47	4.24	0.21	1.26	1.06	0.135	100.311	丘虎山亚旋回
14	3	粗安斑岩	60.9	0.57	14.81	2.82	2.03	0.106	1.63	4.31	2.81	4.29	0.22	2.62	2.71	0.163	103.673	丘虎山亚旋回
15	7	辉石闪长斑岩	53.925	0.799	17.421	3.27	4.176	0.555	3.50	7.235	4.442	1.613	0.292	1.399	1.467	0.118	99.82	石头山亚旋回
16	9	闪长辉长斑岩	48.446	1.030	17.201	5.666	4.697	0.138	4.457	9.659	3.831	1.193	0.378	1.801	1.04	0.270	99.807	石头山亚旋回
17	11	角闪闪长斑岩	57.918	0.648	17.343	3.346	2.85	0.16	2.16	5.584	4.851	2.324	0.294	1.641	0.733	0.154	100.014	洪蓝亚旋回

的喷发旋回(或亚旋回)的晚期,往往有同渊同质异相的浅成体入侵,组成了火山—侵入旋回。

火山—侵入旋回和金属矿化的关系

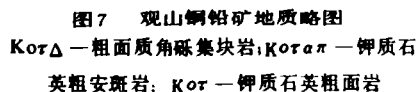
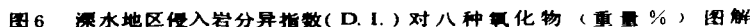
区内金属矿化组合与火山—侵入旋回在空间及成因上关系密切:①热液型铁矿往往和洪兰亚旋回有关;②有中、基性浅成体侵位的石头山亚旋回的喷口,往往和火山喷溢型铜矿及火山气液铁矿有关;③沿构造结点侵位的丘虎山亚旋回的中酸性浅成体则是热液交代型铜矿的成矿母岩;④有碱性次火山岩体充填的观山亚旋回的喷口,往往形成火山热液脉型多金属矿。现按火山—侵入旋回的序次自上而下分述于下:

1. 和观山亚旋回有关的观山脉型多金属矿

观山铜铅矿为一火山热液脉型充填矿床,特征是:①矿区主要分布着观山亚旋回钾质石英粗面岩,相应成分的角砾集块岩出露广泛,显然是近喷口相的堆积物;②这些集块岩在平面上呈环形展布,环内为钾质石英粗安斑岩体(图7);③

岩体在平面上呈北东向的椭圆形,剖面上为相向内倾,形似漏斗形,因此它是一个沿喷口侵位的次火山岩体(图8);④岩体边缘有较多的粗面岩、凝灰岩、安山岩及砂页岩的俘虏体;⑤次火山岩体和火山岩岩石化学特征近似,二者均为富钾(7~10%)、低钠、高硅的碱性岩,从而组成了同渊同质异相的火山—侵入岩组合;⑥以铜铅为主的多金属矿充填于次火山岩体内缘的构造裂隙中;⑦矿脉的产状有三组:近东西、北东40~60°及北西60°。它们在平面上近似三角形,在剖面上相向内倾,并且基本上平行于次火山岩体的下界面(图9);⑧矿化主要受制于构造裂隙,而区内含矿裂隙东西组具张性,北东及北西组具张、剪的双重特征(前者右行、后者左行),因而具有复合成因(表3)。

初步认为,它们的形成机理可分为两个阶段。首先,在漏斗状火山岩体的下界面附近,由于岩体冷凝,分别平行于下界面产生了三组原生的张性褶裂带;尔后,由于北东向的曹旺—白



马断裂带的继承活动, 派生了一个次一级的应力场, 这个应力场中的两组剪应力 (NE50° 及 NW60°) 作用于早期的两组 (NE50° 及 NW60°) 原生张性褶皱断裂带, 致使东北及北西两组控矿裂隙具张、剪双重特征, 而东西向的张应力作用于东

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

观山含矿裂隙特征简表

表 3

矿脉号	控矿裂隙特征				裂隙性质
	产 状	形态特征	断裂面特征	规 模	
1	走向EW、 倾向N $\angle$ 75°	平面形态弯曲，侧幕式分布，尖灭再现；剖面上分枝复合，矿体中往往有围岩的透镜体	断裂面不平整，弯曲，形态不规则	长300~500 m 斜深100~300 m	形态及断裂面均为张裂特征
2、3、8	走向NE40~60° 倾向SE $\angle$ 65°	平面上尖灭再现；剖面上呈侧幕式	断裂面平直、形态规则。主裂面两侧的剪性羽裂显示了主裂面属右行剪裂	长100~250 m $\pm$ 斜深 $\sim$ 300 m	形态具张裂特征，但裂面具右行剪裂特征
	走向NW60°， 倾向SW $\angle$ 60°	平面上有分枝；剖面上呈侧幕式	断裂面平直，具斜列擦痕及阶梯，阶梯显示了左行剪裂的特征	长900 m， 斜深 $\sim$ 600 m	形态具张裂，但裂面具左行剪裂特征

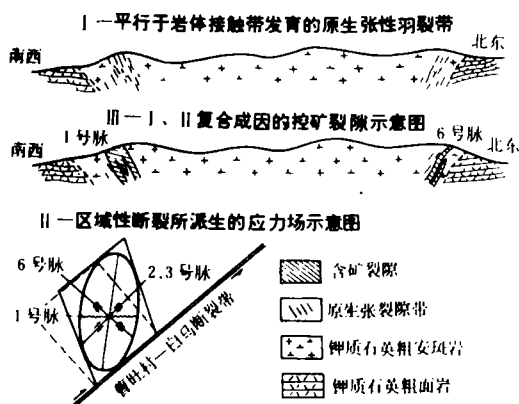


图9 观山铜铅矿控矿裂隙

2. 和丘虎山亚旋回有关的热液交代型铜矿

沿构造结点上升的中酸性浅成体侵入于含钙地层中往往形成热液交代型铜矿，其特点是：①矿化和中酸性岩体的空间及成因关系密切，多产于岩体的超复接触带、岩枝上下盘及外带的围岩中；一般均和西横山组上段的泥灰岩及灰质砾岩有关。矿体多呈似层状；②矿石矿物主要为黄铜矿，共生有少量黄铁矿及赤铁矿，脉石主要为夕卡岩矿物。矿床成因类型为热液交代型铜矿（图10）。

应该指出，中酸性岩体的侵位上限是丘虎山亚旋回的粗安岩，它往往截切早期（石头山亚旋回）的中基性岩体而又被后期的粗安斑岩（观山亚旋回）及石英斑岩（甲山旋回）所穿插。它是

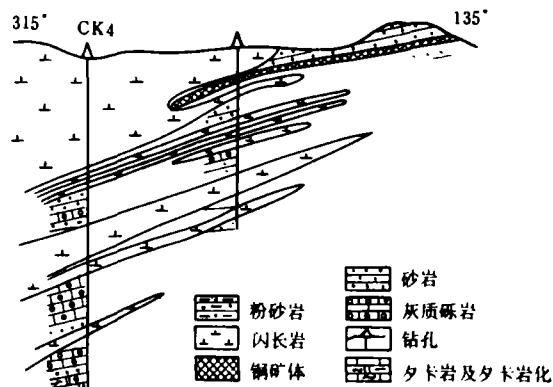


图10 獐子洞铜矿剖面图

丘虎山亚旋回晚期的产物，与其有成因关系的铜矿也和丘虎山火山—侵入亚旋回有关。

3. 和石头山亚旋回玄武岩喷溢有关的火山喷溢型铜矿

石头山铜矿产于石头山亚旋回玄武岩中。特征是：①矿体呈平缓的层状体，整合产于玄武岩中；②工业矿化主要赋存于第6喷发旋回（玄武岩分9个小喷发旋回）下部的玄武质碎屑熔岩中，具固定的层位（图11）；③矿石矿物主要为斑铜矿，次为黄铜矿，共生有少量黄铁矿及磁铁矿。金属矿物主要呈星点、斑点状浸染于杏仁、气孔或熔岩的基质中；④斑铜矿、黄铜矿、黄铁矿常呈固熔体或微文象结构。辉石、橄榄石、斜长石的晶体中亦见有铜矿物包裹体。显示了金属矿物之间以及金属矿物和造岩矿物之间在世代上

并无先后,这只能用火山喷溢成因来解释;⑤斑铜矿略具定向排列,平行于凝灰熔岩层理;⑥据钻孔原生晕结果,整个玄武岩含铜较高,平均208 ppm;以矿体赋存的第6小旋回最高,平均达690 ppm。这说明来自上地幔的未分熔浆挟带矿液喷溢地表,形成工业矿化;⑦蚀变弱,和矿体无明显的依存关系,并且主要的碳酸盐化及泥

化均为火山成因(二者多呈杏仁体产出,部份胶状方解石呈雾状),次为石膏化(呈大致平行于熔岩层理的小脉,部份呈杏仁体),可能和火山热液有关。因此石头山铜矿主要具有喷溢矿床的特点,当然也有火山热液的作用,以致形成了石膏小脉,但是这个热液是和熔浆同期喷溢的,而不是期后的。

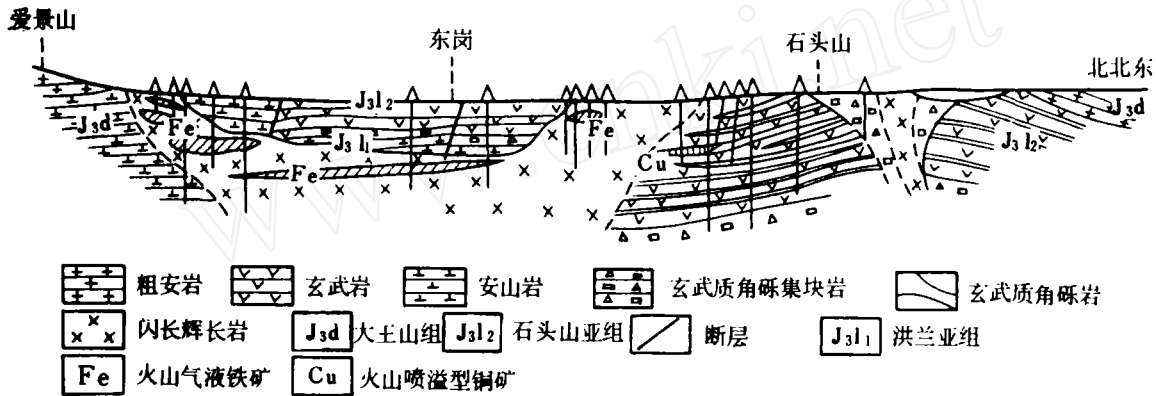


图11 石头山火山—侵入亚旋回和火山气液铁矿、火山喷溢型铜矿关系示意图

是否可以认为含铜玄武岩又为后期热液叠加富集而形成工业矿体?这样解释的矛盾是:①如果是后期热液富集,矿体不应具固定的层位并整合于熔岩中;②难于解释金属矿物多呈尖粒状充填于气孔及杏仁体中,而丝毫未见交代现象,铜矿物被包裹于造岩矿物的晶体中,金属矿物之间、特别是铜矿物和磁铁矿之间均呈固溶体及微文象结构而没有世代上的先后。③玄武岩既是多次喷发的,后期热液怎样上升的,是伴随每一次小的喷发上升的,还是整个玄武岩喷发完了以后上升的?如果是前者,仍属于火山喷溢型范畴;如果是后者,构造通道何在?因为区内根本没有导矿或容矿构造的丝毫迹象。因此石头山铜矿是喷溢型矿床而不是后期热液矿床,并且它就赋存在玄武岩喷口的南缘(图11)。据此,该铜矿明显的和石头山亚旋回的基性熔浆的喷溢有关。

4. 和石头山亚旋回的次火山岩体有关的火山气液铁矿

主要分布于东岗及七里沟地区,特征是:①贫磁铁矿体主要呈缓倾的透镜体,局部呈陡倾的大脉状产于闪长辉长岩体的顶部及外凸地段,在空间上严格受岩体控制;②岩体在剖面上上界面

呈锅形,下界面呈漏斗状;③含矿岩体侵位于安山岩及玄武岩中,而根据集块角砾岩的广泛分布以及岩体呈喇叭状内倾的特点,这是一个受构造结点控制的石头山亚旋回的喷口,含铁岩体沿喷口侵位,形成了火山气液铁矿(图11);④矿石矿物组合为方柱石—透辉石磁铁矿、绿泥石—透辉石磁铁矿组合,次为阳起石—磷灰石磁铁矿组合及钠长石—磁铁矿组合;⑤矿石富含 V_2O_5 及 TiO_2 ,磁铁矿的爆裂温度为 $350 \sim 550^\circ C$,其成因类型应属火山晚期高温气成热液矿床。

该类型铁矿的控矿条件是:沿火山口侵位的高碱富钠的中基性次火山岩体,这个岩体的侵位上限是石头山亚旋回的玄武岩,而又被丘虎山亚旋回的中酸性岩体所截切,因此它侵位于石头山亚旋回的晚期,而与之有成因关系的铁矿也和石头山火山—侵入亚旋回密切相关。

必须指出:东岗含铁闪长辉长岩体和石头山含铜玄武岩属同源同质异相,即玄武岩喷发形成了铜矿,继之岩体入侵形成了贫磁铁矿,因此二者是在石头山火山—侵入亚旋回中一次有联系的继续作用(见图11)。

5. 和洪兰亚旋回有关的热液型铁矿

在区内的老虎头—丁家山一带，在黄马青组中、上段的地层中，发育有赤铁、磁铁矿床，其特征是：矿体呈平缓的似层状体，产于黄马青组泥灰岩中；具固定的层位；矿体和围岩界线较明晰；局部矿石中具层纹状构造（铁矿和围岩相间成小的条纹）；有强烈的蚀变，其强度依次为绿帘石、绿泥石、阳起石、石榴石、透辉石及钠长石化。矿床主要属热液成因，其形成机理可能是：含铁的期后热液作用于地层中含有同生铁质的层位（在区域，黄马青组地层中往往含有同生菱铁矿夹层），因而富集成矿（图12）。

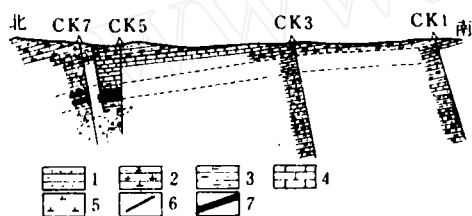


图12 丁家山铁矿剖面图

1—砂岩；2—长石石英砂岩；3—粉砂质粘土；
4—泥灰岩及砂质泥灰岩；5—角闪闪长岩；6—
断层；7—铁矿化带

上述矿化及蚀变在空间及成因上均和侵位于黄马青组地层中的角闪闪长岩有关。在本区此类岩体的侵位上限是洪兰亚旋回的安山岩，其角砾常见于石头山亚旋回玄武质火山碎屑岩中。据此，它是洪兰亚旋回晚期的产物，而与之有成因关系的铁矿也和洪兰火山—侵入亚旋回有关。

成矿的专属性和多旋回性

综上所述，区内各个火山—侵入旋回（或亚旋回）均伴随有金属矿化作用（最晚甲山旋回例外），并且矿化组合和不同的岩浆岩组合密切相关，即洪兰亚旋回（龙王山旋回下段）的中性岩浆岩组合形成了热液型铁矿，石头山亚旋回（龙王山旋回上段）的中基性岩组合与喷溢型铜矿及火山气液铁矿密切相关，而热液交代型铜矿的成矿母岩则为丘虎山亚旋回（大王山旋回下段）的中酸性岩浆岩组合，观山亚旋回（大王山旋回上段）的碱性岩组合形成了火山热液脉型多金属矿。由此，显示了岩浆岩的成矿专属性及多旋回成矿的特点（见表1及图13）。

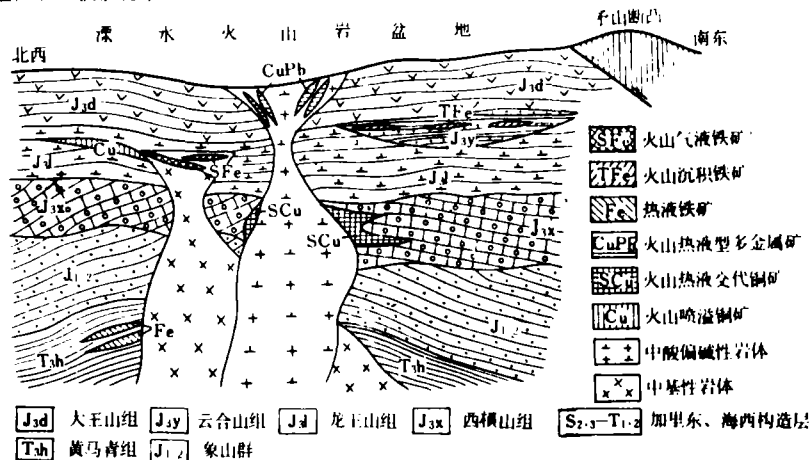


图13 溧水地区成矿模式图

结 语

1. 溧水地区为一中生代的继承式火山岩盆地，在印支旋回及燕山旋回早期，它和宁芜处于同一断陷盆地，即溧水—宁芜中断凹；燕山一幕，以小丹阳断裂为界，使其分为地质特征不尽相同的两个火山岩盆地。

2. 受制于燕山二幕的火山—侵入作用自早至晚可分为三个大的火山—侵入旋回，即龙王山旋回、大王山旋回及甲山旋回。前二者又可各分为两个亚旋回。每个亚旋回中，火山喷发之后，继之以同渊同质异相的浅成体入侵，形成了火山—侵入岩组合。

3. 区内金属矿化组合和火山侵入旋回的关系

密切,显示了岩浆岩成矿专属性及多旋回成矿的特点。

4. 区内找矿方向是:要根据火山—侵入旋回找寻下列类型的工业矿化:①在有碱性次火山岩体侵位的观山亚旋回的喷口及其旁侧找寻火山热

液脉型铜铅矿及贵金属矿;②在沿构造结点侵位的丘虎山亚旋回的中酸性岩体及其近侧找寻热液交代型铜矿;③注意在石头山亚旋回喷口及其近侧找寻火山喷溢型铜矿。



铌 的 展 望

十九世纪是个忙于发现和命名新元素的年代。1801年发现铯,1844年发现铌。尽管后来证明两者是同一元素,但这两种叫法沿用迄今:铌是化学界的官方名称,而铯仍常用于商业上。

铌发现一个多世纪仍未找到实际用途。1925年它开始用于配制合金钢和不锈钢;1941年它是一种微量合金元素;至五十年代末,对高强度、高韧性钢的需求促使人们研制铌、钒和钛的合金钢,并投入生产。市场对铌的需求是近二十年的事。从这个意义上说,与钼、钒等合金元素相比,它算是后起之秀了。

1960年铌的消耗量还只数十万磅;至1980年已增至4500万磅(Nb_2O_5),近15年平均每年递增12%。这是什么缘故?其一,用途广泛;其二,合理而相对稳定的世界市场价格。铌合金钢广泛用于油气管道工程、包括极地油气管道设备上;在汽车制造业中,北美的公司为了减轻产品重量与节油,正在广泛使用铌微量合金钢;在建筑业上,桥梁、体育馆等巨型建筑最喜爱使用这类优质钢,纽约的世界贸易中心就是用这些高强度钢建造的。铌加入钴、镍超耐热不锈钢后,可增进高温性能,用于制造喷气式发动机等,美国X M—1型坦克的动力系统就是用它制造的。

市场上的早期供应者是尼日利亚所产之铌铁矿石(一种铌钽矿物),还有挪威所产之soevite矿石。这是五十年代的事。当时认为这两个矿山已能满足可以预见的世界未来之需。现在看来,最多也只能供今日市场所需之十分之一。1961年巴西的阿拉夏与加拿大魁北克之奥卡两座新矿投产,矿石为烧绿石;它们很快便执世界铌矿生产

之牛耳。1965年挪威的矿山因资源枯竭而停产。七十年代后期,魁北克和巴西的卡塔罗又有新的生产烧绿石的矿山投产。现在,巴西的阿拉夏、卡塔罗及加拿大魁北克之斯特汉诺的产量已占世界产量的95%以上。

阿拉夏是目前世界上最大的铌矿床。斯特汉诺位于第二,占世界总产量14%,矿石含 Nb_2O_5 0.65%, Nb_2O_5 储量1.35亿磅,远景储量4亿磅。卡塔罗矿居世界铌产量第三位,矿石品位 Nb_2O_5 1.5%,探明 Nb_2O_5 储量4亿磅,远景储量12亿磅。

此外,加拿大、巴西、扎伊尔和肯尼亚等国还有一些已勘探的铌矿床,将是世界铌矿石的潜在供应地,其矿石储量、品位见下表。

铌 矿 石 的 潜 在 产 地

产 地	Nb_2O_5 品位 (%)	Nb_2O_5 储量 (亿磅)
巴西,塔皮拉	0.51	1.4
安大略,穆索尼	0.65	8.0
加拿大西北地区,托尔湖	0.4	8.0
扎伊尔基伍省,卢希	2.9	4.5
肯尼亚,姆里马山	0.7	14.0

有些地方铌被作为副产品和钽一起回收。如尼日利亚的钽铁矿与铌铁矿共生;马来西亚的锡炉渣中可回收铌。

可以预计,进入二十一世纪以后,巴西和加拿大仍将是世界铌市场的主要供应者。

(李志锋摘自《加拿大采矿冶金学会通报》, 1981, 8)