

吉林通化地区地洼型花岗岩与成矿的某些特征

蔡嘉猷

(中国科学院长沙大地构造研究所)

岩浆活动与成矿的研究，是大地构造与成矿学中的一个重要课题，它着重探讨构造运动—岩浆活动—成矿作用之间的密切关系。本文根据作者在区内历年野外工作所见，结合有关单位的资料，以地洼学说为指导，在总结区内大地构造基本特征的基础上，对中生代花岗岩类与成矿的时空分布和其特征作些探讨。

一、大地构造的基本特征

本文只引述笔者编制的该区大地构造图的有关部分，作为其后论述的基础。

通化地区地洼构造层划分简表

表 1

大地构造 发展阶段	地 层					构造层划分			沉 积 特 征			
	界	系	统	组	厚 度 (m)	基本层	亚层	小层				
地 洼 发 展 阶 段	余 动 期	新 生 界	第 四 系	全新统	50—	地 洼 构 造 层 (Ⅲ)	Ⅲ ³	Ⅲ ³⁻³	现代河床冲积、残坡积			
				更新统	500				黄土—玄武岩—冰碛层；黄土—冰积层；玄武岩—冰碛层			
			第 三 系	上统	132—	Ⅲ ³⁻²	橄榄玄武岩，下部有砂、粘土、硅藻土砂，为粘土质碎屑岩建造					
				下统	587		Ⅲ ³⁻¹	陆相粘土质碎屑岩含煤建造				
	激 烈 期	中 生 界	白 垩 系	下统	小南沟组	150—	地 洼 构 造 层 (Ⅲ)	Ⅲ ²	Ⅲ ²⁻⁴	陆相凝灰质砂—粉砂岩、砾岩，红色碎屑岩建造		
				上统	石人组	4122			Ⅲ ²⁻³	陆相碎屑、火山岩—碎屑岩含煤建造		
			侏 罗 系	上 统	林子头组	3592			Ⅲ ²⁻²	酸性火山岩、火山碎屑岩建造		
					大沙滩组					陆相碎屑岩建造		
				中 统	四道沟组	723			Ⅲ ²⁻¹	广泛酸性火山岩建造		
					长白组					广泛中性火山岩建造		
			下统	侯家屯组	3219	Ⅲ ¹⁻¹			湖沼相砂岩、砾岩、红色碎屑岩建造			
				义和组					陆相沼泽含煤碎屑岩建造			
			初 动 期	三 叠 系	上 统	闹枝沟组			3219	Ⅲ ¹	Ⅲ ¹⁻¹	酸性火山岩建造
						二股砬子组						中性火山岩建造
北山组	陆相含煤碎屑岩建造											

(一) 构造层的划分 本区经历了三个大地构造发展阶段, 即前震旦纪为地槽阶段、震旦纪到三叠纪中期为地台阶段、三叠纪后期开始为地洼阶段。依次以相应的构造层, 即地槽构造层、地台构造层和地洼构造层为代表。文中仅列出地洼构造层简表(表1)。

(二) 构造区的划分 该区大地构造分区属于华北地洼区的东北部。是在后吕梁期地台区的基础上, 于中生代初期再度获得了全面的高度活动性, 地台崩溃解体而转化为地洼区——一个新型的活动区。

在陈国达教授的著作中^[1,2,3], 对一、二级构造区已作了科学的划分和论述。本文以区内现阶段的大地构造性质和类型等为依据, 按各个阶段地质发展史的特点和其所在地段的空间关系, 对三、四级构造区试作初步划分(图1)。

一级单位: 华北地洼区; 二级单位: 辽东地穹系; 三级单位: 靖宇地穹列、浑江地洼列; 四级单位: 靖宇地穹列, 包括①辉发河地洼、②山城镇地穹、③柳河地洼、④安口镇地穹、⑤三源浦地洼、⑥通化地洼、⑦龙岗地穹; 浑江地洼列, 包括⑧清河地穹、⑨集安地洼、⑩浑江上游地洼、⑪抚松地洼、⑫老岭地穹、⑬六道沟地洼、⑭长白山区地洼、⑮沿江地穹。

(三) 构造系的划分 地洼阶段的地壳运动以强烈的水平运动形式为特征, 以拱裂型运动为主, 形成规模不一的断拗式、拗陷式或地堑式地洼, 与介于其间的地穹, 相间成列出现。区内以东西构造系和北东构造系为主, 其它构造系及型式也有出现。

1. 东西构造系 在前地槽阶段即已出现, 控制并影响到中生代以前的地质构造发展过程, 到中生代地洼阶段才渐趋减弱, 转而以北东构造系为主。东西构造系是经过长期的多次的构造运动形成的复杂构造系, 由东西向的褶皱和断裂及伴生的岩浆岩带等所组成。它控制地槽构造层的沉积和构造变动, 并影响了地台构造层, 形成继承式叠加。但其上下构造层的构造型有明显的差异。

白云鄂博—开原深断裂带的东部延伸到区内, 是区内东西构造系的主干断裂带, 呈波状向北凸出的弧形(到海龙后走向北东沿辉发河, 到桦甸后又沿富尔河转为南东)。深断裂带两侧的地质发展史有显著的差异, 也即它是华北地洼区与东北地洼区的分界线。本文所讨论的即是这一界线以南的通化地区。

2. 北东构造系 在区内非常发育, 它影响和改造了东西构造系。地洼盆地或岩浆岩带常沿北东构造系与东西构造系交汇复合部位形成, 这种构造复杂地段也常是地洼型内生矿产形成的有利部位。

(1) 辉发河深断裂带 它是郯—庐深断裂带的北延部分。这个深断裂带在区内又与东西构造系的海龙—辉南—桦甸这一段复合, 这种继承式叠加使这一构造带更加复杂化。辉发河地洼即在这个断裂带内。

(2) 柳河断裂带 走向北东 25° — 30° , 为柳河地堑式地洼, 往南西延伸到辽宁省的新宾至凤城一带。在区内由杏岭、柳河、安口镇、边沿村断褶带组成。

(3) 集安—抚松断裂带 走向北东 40° 左右, 为区内主要的构造—岩浆岩—有色金属成矿带。在与东西向断裂带复合地段、有大片的中生代火山岩和多期次花岗岩出露。在南西部构成集安地洼, 在北东部构成抚松地洼, 中部为老岭地穹。

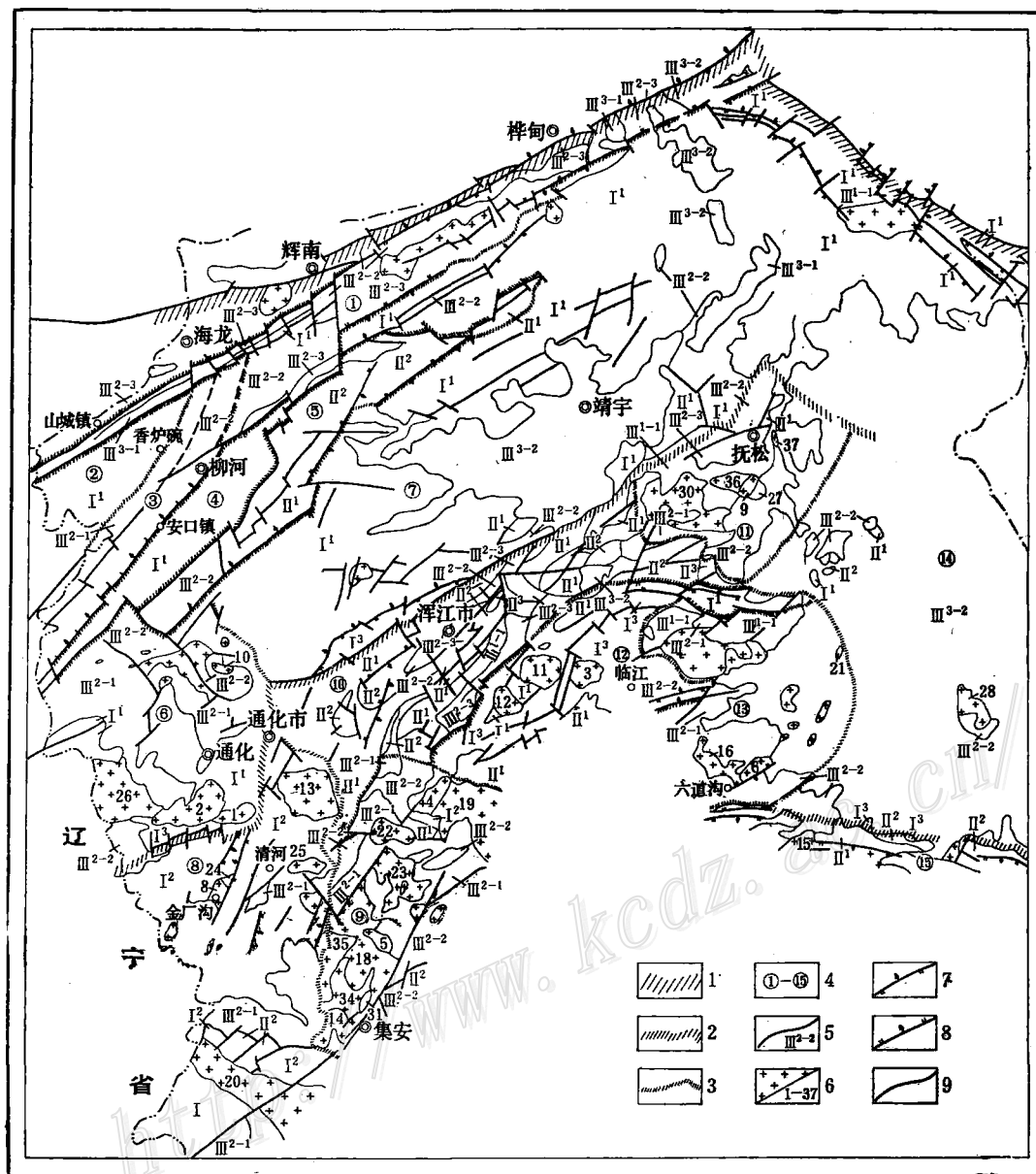


图 1 通化地区大地构造略图

Fig. 1. Schematic geotectonic map of Tonghua Region.

1—一级构造区界线；2—二级构造区界线；3—四级构造区界线；4—构造区编号；5—构造层界线及代号；I—地槽构造层（I¹龙岗群，I²集安群，I³老岭群）；II—地台构造层（II¹下部古生界，包括寒武系、奥陶系；II²上部古生界，包括石炭系、二叠系）；III—地洼构造层（详细划分见表1）；6—花岗岩类岩体及编号；7—逆断层；8—正断层；9—性质不明断层

二、地洼型花岗岩类与内生矿产的某些特征^[3]

本区自三叠纪后期转化为地洼区以后,在地壳运动发展过程中,伴随有强烈的岩浆活动和成矿作用,并且它们明显地反映出地洼区所具有的特征。

(一) 空间分布 区内中生代地洼型花岗岩类与矿产的分布,主要受大地构造性质及断裂特征所制约,形成构造-岩浆岩-成矿带(区)。

1. 辉发河岩带 受辉发河深断裂带的控制,燕山晚期的黑云母花岗岩呈北东向带状分布在深断裂带及其南东侧。有热液型铁矿及多金属矿,如辉南县大炉一带。

2. 二密岩体群 呈东西向展布的中酸性小斑岩体侵入到暗色火山岩中,尤其是侵入到花岗闪长岩体中,形成复式岩体。为重要的斑岩型铜-金成矿区。

3. 岗山-龙头岩带 为受东西向构造制约的多期次岩浆岩带,东部延伸到老虎山与集安-抚松北东向岩带复合。这一复合地段是区内重要的铁矿、铜、铅锌矿成矿区,有工业矿床多处。西段的苇沙河岩体和岔信子岩体,同位素地质年龄分别为243、258.8和267.7百万年,属海西期(北部的海西地槽强烈的褶皱运动及伴生岩浆活动波及本区)。岗山岩体富含碱质,铌、钽矿化普遍,岩带的南侧接触带上为金、黄铁矿、稀土、放射性元素矿化带。

4. 集安-抚松岩带 是区内最主要的强烈的构造-岩浆岩-成矿带,呈北东 40° 带状分布,贯穿全区,两端在邻区继续延伸。北东部的抚松地洼和南西部的集安地洼,其成矿特征基本相似,以热液型、矽卡岩型、火山岩一次火山岩型、斑岩型的铁-铜-(钼)、多金属、硫铁矿为主。中部的老岭地穹以热液型多金属-硫铁矿为主。

5. 六道沟岩体群 沿六道沟-铜山北东向断裂呈带状分布,并有东西向延伸的蚂蚁河岩体。是区内主要的矽卡岩型铜-钼成矿区。

6. 沿江岩带 位于沿江大断裂南侧,从长白镇-八道沟镇作近东西向带状分布,为区内重要的矽卡岩型铜、铅锌、钨、钼等矿化区。

地洼型花岗岩类岩体呈带(群)产出,在地穹列上出露较少,规模也较小,主要分布在地洼中。在地洼列上,由于构造运动剧烈,它沿地洼期主构造系或与其它构造系(特别是东西构造系)复合部位展布,形成构造-岩浆岩成矿带。如岗山-老虎山岩带与集安-抚松岩带的复合则是很典型的例子。

地洼期的岩浆活动形成一套喷出一侵入岩系,且它们在岩石化学上具有相同的性质和演化特征。空间上,在大面积的喷出岩系中,有规模较大的侵入岩出露。喷出和侵入在空间上紧密相伴,组成地洼的主要物质组分。每一构造-岩浆岩带是多期次活动的结果。多复式岩体、多成矿阶段、同一矿带中多成因类型、多矿种是其特色。

(二) 时间分配 在区测填图的基础上,根据区内花岗岩类所属的构造-岩浆活动期与不同时代地层的侵入接触关系、同位素地质年龄、岩石种类、化学成分、成矿专属性等的研究,可划分如下(表2):

1. 印支期 为地洼构造发展的初动期,这时岩浆活动在区内有明显的增强,如幸福山、四方顶子等,岩体呈中深成岩基状产出。亲铁元素组的浓度较高,形成区内矽卡岩型铁矿床和重要的金矿床。

2. 燕山早期第一次 为早侏罗世的岩浆活动。这期构造-岩浆活动正值本区已开始进入地洼构造发展激烈期, 局部地段有中酸性火山岩, 相应的侵入岩为偏碱性的中性岩, 呈较小的中浅成岩株产出, 分布也较零星。此期金、铜、钼的丰度较高。在岩体或附近围岩中, 矿化较为普遍, 而在较为有利的构造和围岩条件下形成矿床。如六道沟矽卡岩型铜-(钼)矿, 金厂沟蚀变岩型金矿等。

3. 燕山早期第二次 是继早侏罗世之后的一次较大规模的岩浆活动, 为本区地洼构造活动激烈期第二分期的产物, 分布广泛, 几乎遍及全区。开始以长白组中性喷出为主, 并逐渐演化为四道沟组酸性喷出为主的一套连续的火山喷出岩系。以后有大规模的强烈的酸性岩浆侵入, 以中浅成岩株产出。本期次是区内最重要的成矿期, 以含铜多金属为主的矿化大部分集中在集安-抚松成矿带上。另一特点是局部地段成矿溶液处在较为还原的环境下, 出现以磁黄铁矿为主的硫化铁矿带, 如荒沟山等。

4. 燕山早期第三次 为晚侏罗世林子头组酸性喷出岩之后的酸性侵入岩, 呈浅成岩株状产出。这时岩浆演化到酸性和碱度较高的阶段, 并有超酸性岩体。出现与花岗斑岩体有关的或斑岩型的铜钼矿和与偏碱性钾长花岗岩体有关的铌、钽、稀土、放射性矿化带。另一特点是铅的丰度很高, 特别是集安-抚松成矿带上更为突出。

5. 燕山晚期 岩体主要呈小型的浅成-超浅成岩株产出。碱质最高并出露霞石正长岩。在辉南县长春堡南部, 这类岩体呈小岩株侵入下白垩统, 属地洼阶段激烈期末产物。这期钠化钾化普遍, 也是一个很重要的成矿期。有酸性次火山岩型金矿、中酸性火山岩型多金属矿、热液型的多金属矿等。

(三) 岩石学、地球化学特点 地洼型花岗岩类的演化特征是: 既有连续性又有阶段性, 每个阶段形成喷出→侵入的完整旋回。从早期到晚期的演化是由中性岩→中酸性岩→酸

通化地区花岗岩类划分简表

表 2

大地构造 发展阶段	构造-岩浆 活动		主要岩石种类	岩体名称 ^①
	期	次		
地 洼 阶 段	激 烈 期	燕山 晚期	二长岩、石英二长岩、 石英正长斑岩	37—五里庄、36—小夹皮沟、35—绿水桥、34—通沟(97)、 33—砬石岔、32—双安屯、31—山城子、二密东区(95.4)、老 岭沟(89)、30—大夹皮沟、29—奶子沟、28—望天鹅
		燕 山 早 期	晶洞钾长花岗岩、花岗 斑岩	27—仙人桥、26—岗山(142.1)、25—热闹、24—复兴屯、 23—老岭村、22—石湖、21—漫江、20—榆林、五道溜河 (132.6)
			黑云母花岗岩、钾长花 岗岩、斜长花岗岩	19—老虎山、18—高台子、17—蚂蚁河、16—西桦皮甸子、 15—沿江、14—黄窑沟、13—龙头(150、153、155.2、172)、12 —横路岭(150、160)、11—荒沟山(156)、遥林(178)
			闪长岩、石英闪长岩、角 闪二长岩、花岗闪长岩	10—臭松顶子、9—汤河口、8—金厂沟、7—老岭站、6—六 道沟、5—大青沟
	初 期	印 支 期	似斑状黑云母花岗岩、 斜长花岗岩、花岗闪长岩	4—幸福山(198)、3—四方顶子(216)

① 岩体名称前的数字为岩体编号, 与图1编号一致。小括号内数据为该岩体的同位素地质年龄值, 单位为百万年

性岩, 并出现超酸性岩, 碱质和 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 的比值也随着时间的推移而增高。

1. 岩石种类(如表2所列) 印支期为似斑状的中酸性岩; 燕山早期第一次为偏碱性中性岩, 第二次是偏碱性的酸性岩, 第三次为岩浆演化进入酸度更高的阶段, 形成酸性—超酸性岩, 燕山晚期岩浆以高碱质为特征。

(1) 矿物成分: 岩浆从早期阶段到晚期阶段的演化在矿物组分的特征上也很明显, 一般以浅色矿物为主, 少量暗色矿物。斜长石含量从65%递减到5—10%, 长石牌号An从42递减到6, 钾长石含量则从20—25%递增至50—60%, 长石种类由微斜条纹长石→微斜条纹长石和正长条纹长石→条纹长石。副矿物和金属矿物种类较多, 有的岩体出现较多铌钽和稀土矿物等。

(2) 岩石结构、构造: 从早期阶段到晚期阶段的变化为似斑状粗粒→中粗粒、等粒→细粒或显微球粒状, 这种特点反映了岩浆的侵位由中深成→中浅成→浅成或超浅成的产出状态和演化趋势。

2. 岩石化学 地洼型花岗岩类有其自身的岩石化学特征, 它与同是活动区的地槽阶段的花岗岩有所区别, 与“稳定”区的地台阶段的花岗岩更有明显的不同。笔者收集和整理了35个地洼型花岗岩体的164个岩石化学数据, 并计算出岩石化学各项特征数据, 由于篇幅有限, 各种图表从略。

酸性组分(SiO_2): 区内以酸性岩为主, 有少量的中性岩及超酸性岩。印支期者 SiO_2 为68.18%, S值76.00、Q值22.43。燕山早期 SiO_2 (%)依次递增, 从59.43→72.77→73.98(%), S值由68.79→79.50→84.13, Q值从6.74→29.95→30.65。而燕山晚期者 SiO_2 则为67.92%, S值76.76, Q值19.18。晚期 SiO_2 的降低从图2的相关趋势反映出来: 随着碱质的增加 SiO_2 相应地减少, 在野外这类岩体碱质交代明显。各期次的岩体在图2上占有一定的区间, 并有从老到新由左下方向右上方逐渐演化的趋势。

碱性组分(K_2O 、 Na_2O): 区内的岩石为偏碱性, 碱质与酸性呈正相关趋势(图2)。碱质依期次而递增, 一般 $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ 。 $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 一般大于6%, 少数较高达9—11%, 平均8.70%。印支期者a值13.40、a/c值4.97; 燕山早期者a值依次为13.19、a/c值2.94→a值14.04、a/c值8.94→a值14.24、a/c值21.91; 燕山晚期者a值16.21、a/c值8.11。而 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 值为0.78—1.41、平均1.17。

铁镁组分($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}$): $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ 平均2.99%, 而 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 值在0.56—1.11, 平均0.84。图3明显说明成岩时是处在氧化程度较低的还原环境, 区内内生的磁铁矿床不多, 与这种环境有关, 少数的矿床规模也较小, 并伴生有较多的硫化物。燕山早期第一次者镁质较高, 除中性岩含镁质较酸性岩高外, 这些岩体的围岩一般为大理岩, 岩体受围岩的混染作用致使镁质增高。图4与表3的数值反映区内期次越晚氧化程度相对越高。氧化铁比值依期次递增也与区内岩体产状由中深成相到浅成相而至超浅成相的侵位特征相一致(图4)。

TiO_2 含量较低、平均0.42%。 P_2O_5 含量更低、平均0.16%。这也是地洼期与同是活动区的地槽期的花岗岩相比较的一个特征。区内的岩石化学平均值与陈国达、黄瑞华等^[3,4]所指出的中国东部一些地区的地洼型花岗岩的平均值大体相似(表3), 具有我国东部华夏型地洼区岩浆活动的基本特征, 但又有地区的特点。

通化地区地洼型花岗岩类各期次平均岩石化学特征及对比表

表 3

大地构造发展阶段	构造-岩浆活动期	主要岩石种类	SiO ₂ (%)	K ₂ O + Na ₂ O (%)	K ₂ O / Na ₂ O	Fe ₂ O ₃ + FeO + MgO (%)	Fe ₂ O ₃ / FeO (%)	Fe ₂ O ₃ / FeO	样品个数	
地洼阶段	燕山晚期	二长岩、石英二长岩、石英正长斑岩	69.72	9.96	1.17	1.96	2.01	1.11	20	
	燕山早期	第三次	晶洞钾长花岗岩、花岗斑岩	73.98	8.48	1.15	2.94	2.58	1.08	40
		第二次	黑云母花岗岩、钾长花岗岩、斜长花岗岩	72.77	8.16	1.41	3.61	2.42	0.80	72
		第一次	闪长岩、石英闪长岩、角闪二长岩	59.43	7.52	0.78	9.06	6.02	0.56	24
	印支期	似斑状黑云母花岗岩、斜长花岗岩	68.18	7.57	1.02	5.08	3.50	0.57	8	
	平均值			70.30	8.70	1.21	4.11	2.99	0.84	164
湖南一些地洼型花岗岩类平均值 (黄瑞华, 1978)			73.10	8.05	1.39	3.32	2.65	1.35		
中国花岗岩类平均值 (黎彤, 1963)			71.27	7.82	1.06	3.66	2.86	0.76		
世界花岗岩类平均值 (戴里, 1933)			70.18	7.54	1.18	4.23	3.35	0.88		

SiO₂、K₂O + Na₂O、Fe₂O₃/FeO从早到晚依期次有规律的递增，这与所讨论的地洼型花岗岩类的演化特征相适应，反映了区内成岩成矿上的大地构造演化特点。

燕山早期第一次的岩石化学、查氏数值特征在投影图碱性面上，投影点落在右下方向右上方，形成一个独立演化的趋势带，在几个相关图中也自成一个区段。其特点显然与其它几个期次很不协调。从各项数值的分析，该期次为在较强还原环境下的偏碱性岩。这些中性岩类在区内出露较少，为较小的岩株。但与区内重要的金、铜、金-铜、铜-铁等矿床关系密切。根据野外观察和研究，区内可能存在着另一个独立的岩浆源演化系列，值得深入研究。

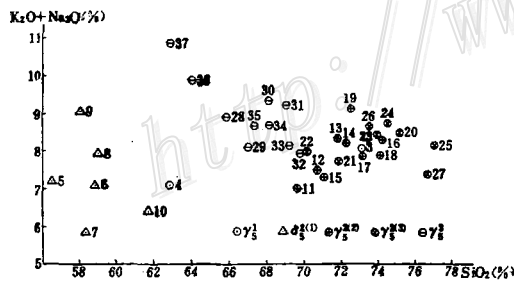


图 2 岩体的SiO₂与K₂O + Na₂O相关图
Fig.2. Diagram of SiO₂ versus K₂O + Na₂O in various intrusive bodies.

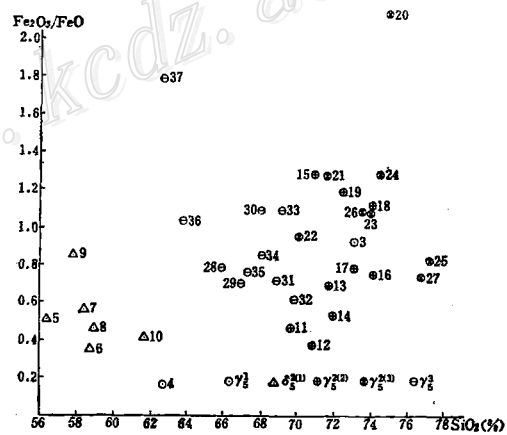


图 3 岩体的SiO₂与Fe₂O₃/FeO相关图
Fig.3. Diagram of SiO₂ versus Fe₂O₃/FeO in various intrusive bodies.

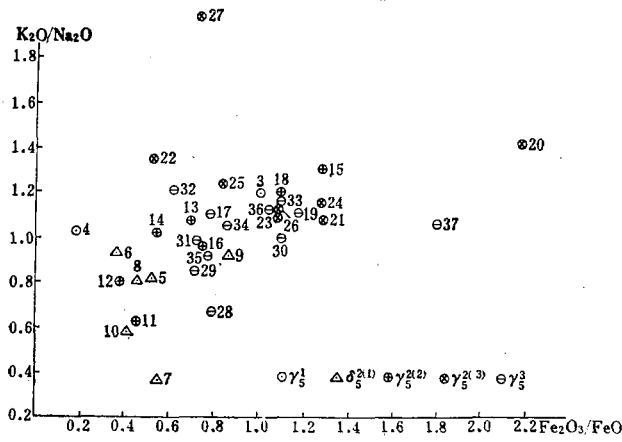


图4 岩体的 K_2O/Na_2O 值与 Fe_2O_3/FeO 值相关图

Fig.4. Diagram of K_2O/Na_2O versus Fe_2O_3/FeO in various intrusive bodies.

3. 微量元素 岩体的微量元素含量^①反映了岩体的地球化学特征和区内成矿作用的内在演化趋势, 具有含矿母岩的直接标志, 并与化探和重砂异常区相吻合。

亲铁元素组 ($Cr + Ni + Co + V$) 含量曲线随时间渐新而下降 (图5)。金的演化趋势与这一组相似, 区内与金富集有关的岩体主要是燕山早期第一次及燕山晚期的石英闪长岩。

铜与钼的分布曲线相似 (图6), 既与时间有关, 又与该期次岩体的岩石化学和含矿性有关。在燕山早期第一次和晚期富集成矿床, 尤其是晚期的斑岩型铜矿。

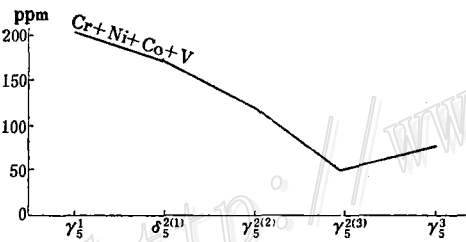


图5 花岗岩不同期次 $Cr + Ni + Co + V$ 含量曲线图

Fig. 5. Graphs showing contents of $Cr + Ni + Co + V$ in granitic rocks of different periods.

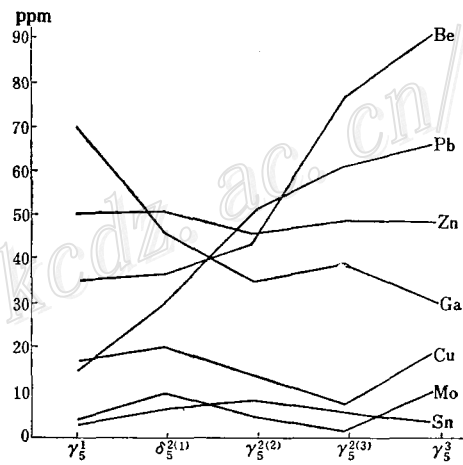


图6 花岗岩不同期次 $Cu, Pb, Zn, Mo, Be, Ga, Sn$ 等含量曲线图

Fig. 6. Graphs showing contents of Cu, Pb, Zn, Mo, Be, Ga and Sn in granitic rocks of different periods.

铅和铍的曲线相似, 其分布随时间的渐新而增高, 尤其是燕山晚期二长岩、石英二长岩中铅的含量很高, 这种特征与区内铅矿床的形成相一致。

① 根据部分岩体区测填图和普查勘探的资料统计的。

锌的曲线较平缓。镓是随时间的渐新而下降。锡仅有微弱的变动。

这篇文章是一个地区性的大地构造与成矿的初步总结和探讨。由于笔者的水平有限，不妥之处，请批评指正。

承蒙陈国达教授的鼓励和指导、并审阅全文，吉林省地质局通化地质大队王志新等同志提供一些资料和意见，在此一并致谢！

参 考 文 献

- (1) 陈国达 1960 地台活化说及其找矿意义 地质出版社
- (2) 陈国达等 1975 中国大地构造简述 地质科学 第3期
- (3) 陈国达 1978 成矿构造研究法 地质出版社
- (4) 黄瑞华 1978 我国东部地洼区的一些地球化学特征 地球化学 第3期

A DISCUSSION ON DIWA TYPE GRANITIC ROCKS AND METALLOGENY IN TONGHUA REGION, JILIN PROVINCE

Cai Jiayou

(Changsha Institute of Geotectonics, Academia Sinica)

Abstract

Magmatism with its relation to mineralization has long been considered one of the important topics in geotectonics and metallogeny. Based on a rough summary of the geotectonic features of this region, a tentative investigation has been made on Mesozoic granitic rocks as related in time and space to mineralization.

This region has experienced three major periods in its geotectonic evolution, the Presinian geosynclinal period, the platform period spanning from Sinian to Middle Triassic, and the diwa period beginning from Late Triassic. In accordance with these periods, three principal tectonic stages with their successive substages have been identified (See Fig. 1).

During Late Triassic, the platform collapsed and yielded its place to a new type active region—the diwa region. According to the present geotectonic features, this paper has divided the region into tectonic areas of various classes, indicating that EW and NE trending structural systems together with their combinations make up the basic tectonic framework.

This paper has also described quite in detail some basic characteristics of diwa type granitic rocks and their related endogenic ore deposits, denoting

that tectono-magmatic-metallogenic zones were formed spatially under the control of tectonic stages, tectonic areas and tectonic systems. In the Jingyu geodome series, granitic rocks occur chiefly in diwa; in the Hunjiang diwa series, there exists Ji'an-Fusong intense tectono-magmatic zone—one of the major endogenic metallogenic zone in this region. Different tectono-magmatic periods have been indicated in this paper with their respective ore types illustrated.

The evolution in time and space of granitic rocks have been further demonstrated petrologically and geochemically. Petrochemical data of 164 samples from 35 intrusive bodies reveal that SiO_2 , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO}$ and $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ increase regularly from early to late periods, accompanied by an apparent evolution of rocks and minerals. All this implies that this region bears the basic characteristics of magmatic activities of Cathaysoid diwa in eastern China while has its own regional peculiarity in rock and ore formation and geotectonic evolution.

The earliest intrusion of the Early Yenshanian Period has quite different qualities as compared with intrusions of other periods in such aspects as rock types, petrochemistry and metallogenic specialization, suggesting the probable existence of another independent evolution series of magmatic source.

The contents of minor elements reflect the geochemical characteristics and the inherent metallogenic evolution trend in this region. They are direct indicators for ore-bearing parent rocks, as evidenced by the coincidence of the high concentration of these elements with the anomalies of geochemical exploration and of heavy placer mineral prospecting.

<http://www.kcdz.com/>