第46卷 第2期 地质学报 Vol. 46, No. 2
1966年5月 ACTA GEOLOGICA SINICA May, 1966

延边东南地区晚古生代花崗岩及其与矿化作用的关系*

徐公愉 李西昆

近年来，笔者在延边东南部地区进行区域地质测量和普查找矿工作时，对广泛发育于南岗山脉的大片花岗岩类侵入岩获得了比较丰富的资料，现整理成文，供有关参考。因水平所限，错谬之处在所难免，敬请指正。

一、本区地質概况

延边东南地区，位于吉黑华力西晚期地槽褶皱带和中朝准地台的和龙断块的邻接地段。作为这两个不同性质的大地构造单元分界线的古洞河深断裂，横贯本区的中部。褶皱带內的地层有上石炭统山秀岭组，下二迭统庙岭组和柯岛组，上二迭统开山屯组，它们相互以平行不整合接触；其上被上侏罗统、白垩系、第三系和第四系不整合覆盖。鞍山群是组成和龙断块的古老基底岩层，其上直接被上侏罗统、白垩系和第四系所覆盖。晚古生代的不同成分（从超基性至酸性）侵入岩在全区广泛发育。在鞍山群中有变质基性、超基性岩分布。

二、花崗岩的侵入时代和不同侵入期的划分

本区花岗岩无例外地侵入早于晚侏罗世的所有地层（其中包括鞍山群、上石炭统和二迭系），在接触带清楚地见到接触变质作用和同化混染作用的产物。上侏罗统及晚于晚侏罗世的地层不整合盖于花岗岩之上。沿上覆地层的底部有花岗质砂岩和含大量花岗岩砾石的底砾岩。据两个绝对年龄测定値分别为206和295百万年（采取花岗岩中黑云母晶体作钾-氩法测定结果），因此认为本区花岗岩系华力西晚期的产物。但对本区广泛发育的花岗岩所进行的地质、岩石、地球化学的研究表明，花岗岩的形成经历了几个连续的侵入期。前人所谓的“吉林花岗岩”[1]和“南岗花岗岩”[4]就是由这些侵入期的侵入岩构成的。

本区侵入岩可分三期：早期形成的闪长岩、石英闪长岩，它们是在花岗岩浆同化碳酸盐类岩石及其他富含铁镁岩石时由于深成混染作用结果而形成的；中期有花岗闪长岩、斜长花岗岩、黑云母花岗岩；晚期形成的岩石是白岗质花岗岩、白岗岩和花岗斑岩等。在野外清楚地见到早期岩石被中、晚期岩石所穿切，而中期岩石又被晚期岩石所穿切1)。这种穿切关系在区內极为固定，且至今尚未见相反或倒置的关系。因此，所划分的早、中、晚侵入期的相对顺序是具有普遍性的。

---

* 参加野外和室內整理工作的同志除笔者外，尚有王有勤、任增基、方文昌、刘国良等同志。

1) 据1965年大拉子图幅(K-52-XVII)地质说明书。

三、各期侵入岩的地质、岩性特征

(一) 地　质　特　征

区内的渊东和旧石洞两岩体，系属早期侵入岩。它们都出露于古洞河深断裂北侧的同一纬度线上，东西相距约30公里，分别位于主要由下二迭统碳酸盐类岩石和凝灰沉积岩组成的两个倒转背斜的核部。渊东岩体呈近南北向延伸，长达11公里，东西最宽处约3公里，向两端尖灭，呈纺缍状，主要由中、细粒闪长岩组成，局部相变为暗色闪长岩和含石英闪长岩。旧石洞岩体呈北北西向延伸达6公里，最宽处约4公里，呈歪梨状，主要由中粒及部分细粒闪长岩和石英闪长岩组成。此外，斜长花岗岩脉和伟晶岩脉在此两岩体內均有分布，它们是残余花岗岩浆阶段的酸性分异物，可视为残浆阶段深成混染作用強度減弱的标志。

中期侵入岩在区內占有重要地位。它横跨南北两个性质不同的构造单元，可进一步划分出高岭和大洞-广德峯两个岩体。其中高岭岩体大致沿古洞河深断裂带分布，中央相由中粗粒斜长花岗岩组成，出露面积约650平方公里，其东北部和西北部有外部相分布，主要由中细粒花岗闪长岩组成。岩体在区內出露总面积达850平方公里。近深断裂带部分产生了強烈的条纹长石化和微斜长石化。大洞-广德峯岩体沿图们江大断裂呈北东-南西向延伸，在区內出露面积约百余平方公里，岩相稳定，几乎全由灰白色中粗粒花岗闪长岩组成，少部分斜长花岗岩。

晚期侵入岩，主要沿图们江大断裂发育，并切穿了中期侵入岩。晚期有两个岩体，其中柳洞岩体位于西南段，出露面积290平方公里，中细粒白岗质花岗岩和晶洞白岗岩组成其外部相，內部相由中粗粒白岗质花岗岩和花岗岩组成。另一个为天佛指山岩体，位于东北段，面积200平方公里。此岩体的岩相分带颇清楚，自中央向外，可分为內部相和外部相，內部相由中粗粒白岗岩和花岗岩组成，外部相又可分为边缘混染岩带和中细粒白岗岩带。

在中、晚期侵入岩中，尙有脉岩发育，程度不一。在高岭、柳洞岩体內，伟晶岩、细晶岩、文象花岗岩(均为酸性分异物)、花岗斑岩、闪长细晶岩和煌斑岩(均为深成岩墙)等，极为发育，在一些地段且十分集中，反映了受断裂控制的特点。在大洞-广德峯和天佛指山岩体內，各类脉岩极不发育，而在围岩(二迭纪地层组成)中却常见有深成岩墙穿入。

(二) 岩　性　特　征

1. 岩石-矿物学特征

(1) 岩石结构、构造特点

岩石普遍具有花岗结构和块状构造。早期侵入岩在成岩后又遭受交代和重结晶作用，形成变余花岗结构和鳞片花岗变晶结构。中期侵入岩受碱质交代部分形成斑杂状和条带状构造，出现淨边结构、蠕虫结构和缝合线结构(图1、2)。晚期侵入岩的外部相岩石出现晶洞构造，局部有显微指纹结构、显微伟晶结构和交代文象花岗结构。脉岩常见有斑状结构、花斑结构和假球粒结构等(图3、4)。此外，各期岩石受动力作用部分出现碎裂结

图 1　钾长石化花岗岩中斜长石(Pl)和微斜长石(M)接触处形成净边结构和蠕虫结构。
+偏光 40×

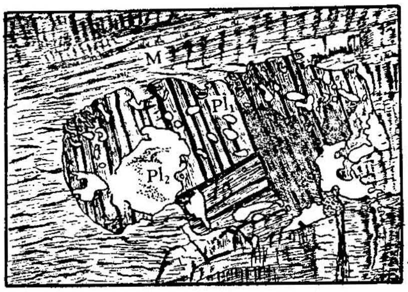

图 2　钾长石化花岗岩中微斜长石(M)交代斜长石(Pl_1)形成蠕虫结构，并有早世代斜长石(Pl_2)呈骸晶存在于双晶纹相互垂直的(Pl_1)连晶中。
+偏光 40×

图 3　花岗斑岩中的斑状结构，基质具假球粒结构，球粒中心部分为钾长石。
+偏光 40×

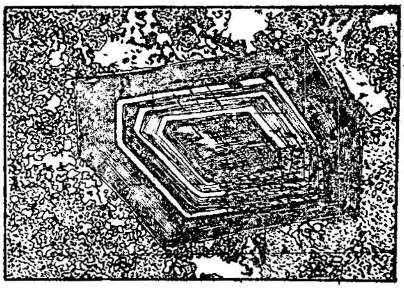

图 4　闪长斑岩中的斑状结构，斜长石斑晶的环带结构发育。
+偏光 15×

构和压碎结构。

(2) 矿物成分特点及其变化规律

关于定量矿物成分。从斜长石-钾长石-石英三角图解上(图 5)看到，早期侵入岩体岩石成分点集中分布于斜长石端。中期岩石的成分点分散地但又偏聚于斜长石区，并有规律地向三组分共结区的右下侧扩展。晚期的岩石成分点多数较集中地分布于三组分共结区的左侧，少数落入右侧。由此可知，从早期至晚期形成的各岩体，其成分点都比较接近，且向分异方向连续变化。总的趋势是由早到晚，由闪长岩到偏碱性白岗岩，形成一连续曲线带。

图 6 的最上部分为各侵入岩体的岩石主要矿物平均含量曲线，从曲线中看出，由早期到晚期，斜长石从 60% 降至 20%，黑云母和角闪石从 36% 降至 3%；相反，石英从 4% 增至 33%，钾钠长石从 0 增至 42%。

斜长石成分有明显的变化规律，从早期至晚期，基性度逐渐减低，表现在其成分从 An 42 变至 An 9 (图 6)。在碱质交代过程中生成的斜长石，其成分一般都较偏酸性，为 An 10—15。钾钠长石主要见于中、晚期岩石中。在中期岩石中主要为具有显微隐晶条纹构造的显微隐晶条纹长石，其次为具格子双晶的微斜长石，2V(−) = 84°。在碱质交代过程中形成条纹长石、微斜长石和微斜条纹长石，2V(−) = 76—84°，并以 80° 为主。晚期

岩石中多半为正长条纹长石，少数微斜长石和微斜条纹长石，2V(−) = 60—70°，平均64°(图 2)。

黑云母的 Ng 值，由早期到晚期，$(FeO + Fe_2O_3)$平均含量从 17.67% 降至 2.09%，相应地 Ng 值从 1.6670 降至 1.6275，反映了岩浆总的分异作用和同源性。但较早期岩体的 $FeO + Fe_2O_3$ 值和 Ng 值的变化幅度较大，如中期侵入岩体 $FeO+Fe_2O_3$ 值从8.25%变至 1.92%，Ng 值从 1.6642 变至 1.6275；晚期花岗岩的变化幅度小，$FeO + Fe_2O_3$ 值从 2.09% 变至 4.28%，Ng 值从 1.6300 变至 1.6349，反映同化作用与分异作用的差别(图 6)。

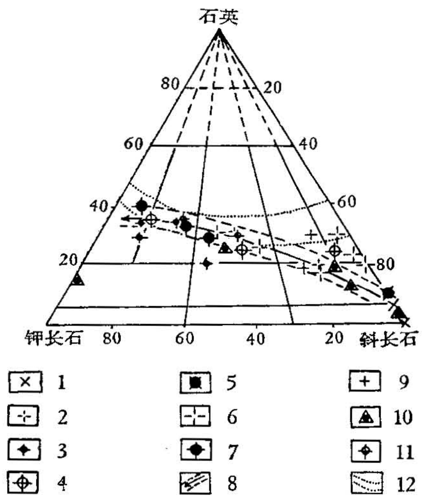

图 5 延边东南地区上古生代花岗岩类侵入岩的定量矿物成分

1.早期的渊东岩体； 2.早期的旧石洞岩体； 3.中期的大洞-广德峯岩体； 4.中期的高岭岩体外部相； 5.高岭岩体内部相； 6.晚期的天佛指山岩体外部相混染带； 7.天佛指山岩体外部相中细粒带； 8.天佛指山岩体内部相； 9.晚期的柳洞岩体外部相； 10.柳洞岩体内部相； 11.岩浆演化方向； 12.三成分共结区。

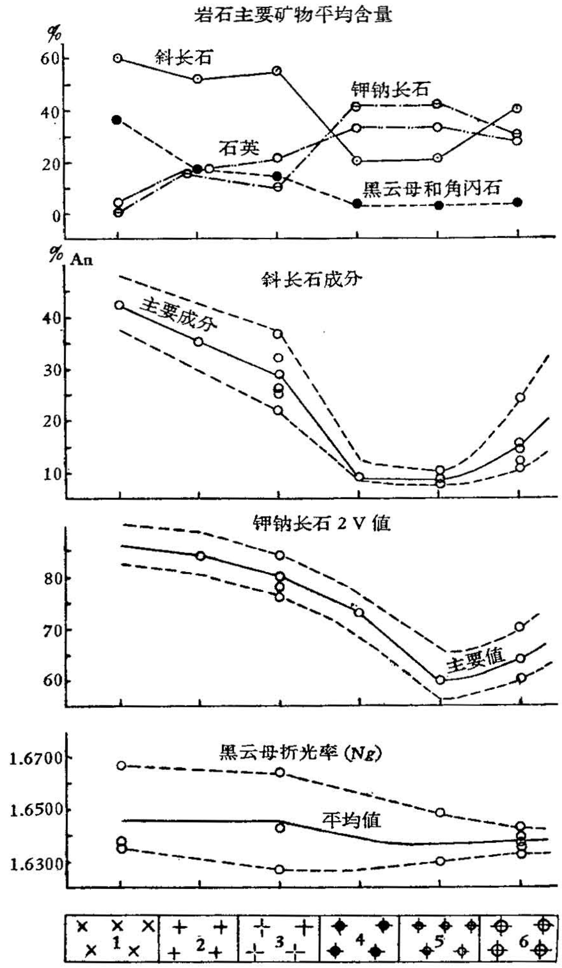

图 6 延边东南地区晚古生代花岗岩类侵入岩岩石及矿物成分的变化特征

1.早期侵入岩(闪长岩)； 2.中期侵入岩大洞-广德峯岩体(花岗闪长岩)； 3.中期侵入岩高岭岩体 (花岗闪长岩-斜长花岗岩)；4.晚期侵入岩天佛指山岩体(白岗花岗岩)；5.晚期侵入岩柳洞岩体外部相(白岗花岗岩)； 6.晚期侵入岩柳洞岩体内部相(白岗花岗岩-斜长花岗岩)。

2. 岩石化学特点

本区华力西晚期花岗岩类侵入岩在扎氏图解上有规律地形成 a 值增加，b 值、c 值降低的连续曲线。

早期侵入岩体投影点的偏下现象反映了早期花岗岩浆同化富铁、镁、钙质围岩的特点。中期侵入岩体投影点的分散现象，一方面反映了它受碱质交代作用的影响，另一方面

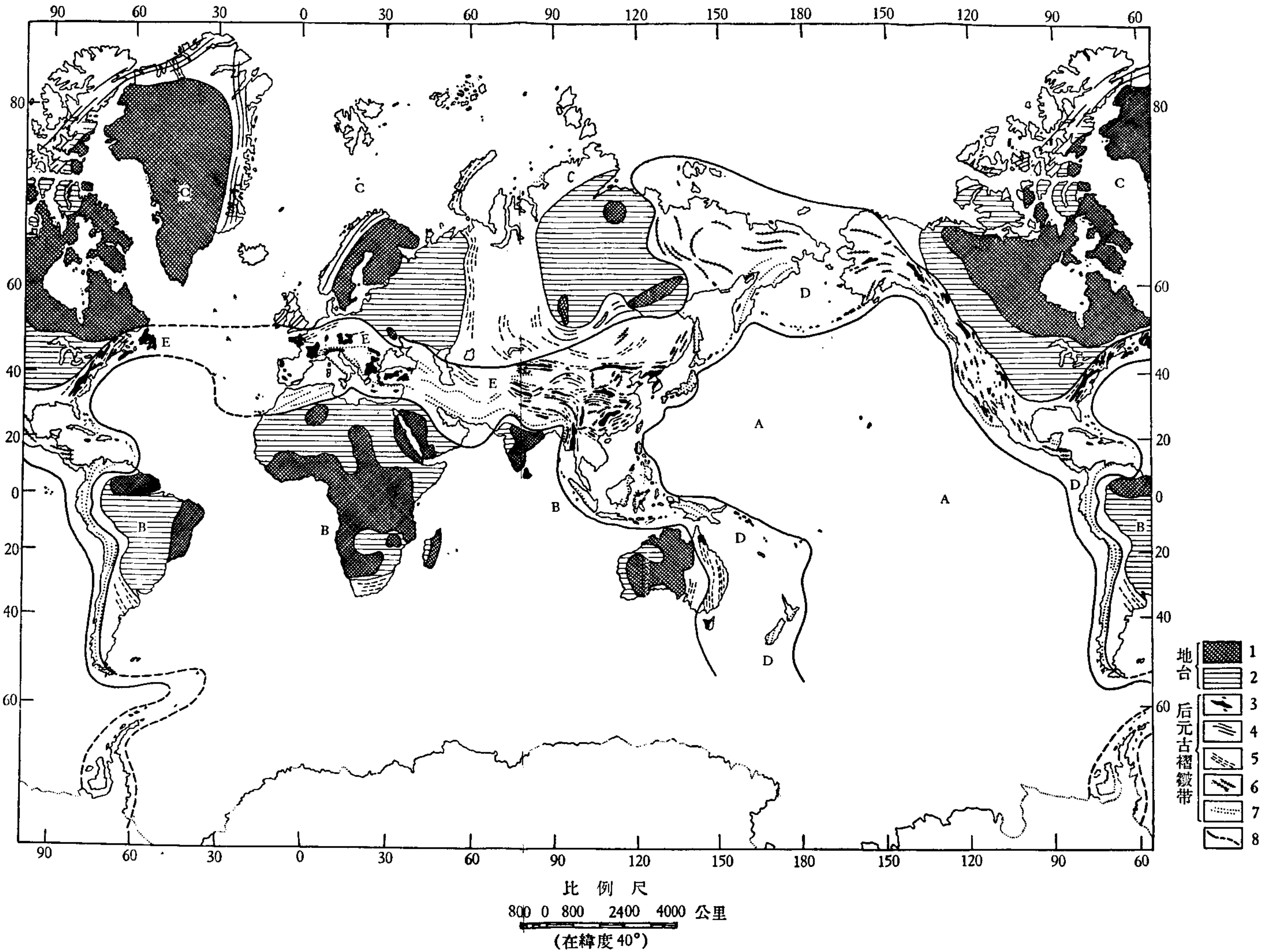

图 1 中国大地构造的背景

太平洋巨大壳段（A）、贡瓦纳巨大壳段（B）和劳亚巨大壳段（C）破环太平洋构造带（D）及特堤斯构造带（E）结合起来的镶嵌图案。中国壳段恰好处于二大构造带的一个“丁”字接头地区，又是它们的分带交织网贯地区，明显指示中国大地构造的非地合性(关恩威编图)。

1.古老基底； 2.地台盖层； 3.古老基底； 4.加里东褶皱带； 5.海西(包括印支)褶皱带； 6.燕山褶皱带； 7.阿尔卑新褶皱带； 8.界线。

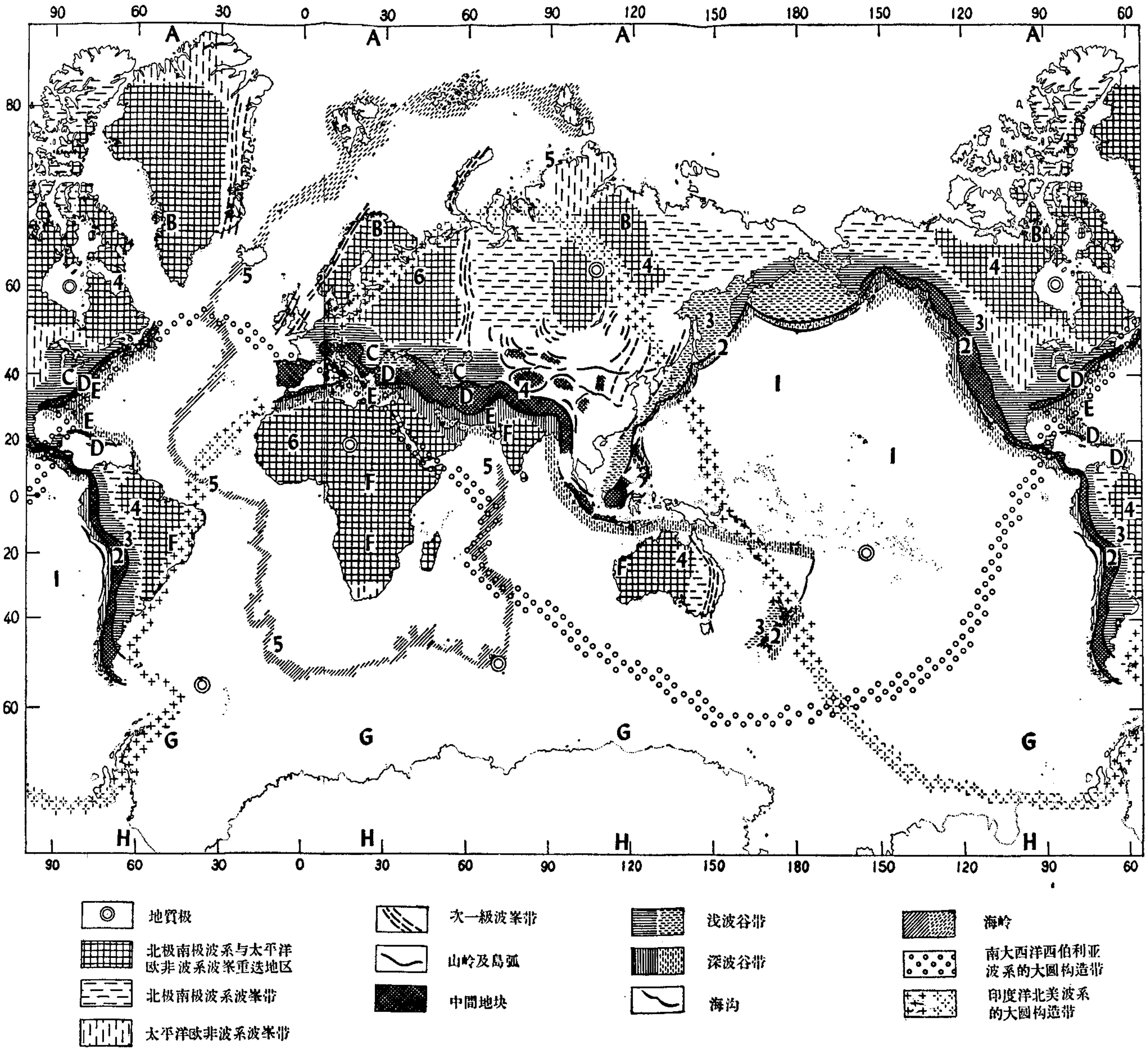

图 2　地壳波浪所形成的镶嵌图案

表示四大地壳波系的交织，从而把地壳分成相间起伏的地块波浪，形成的镶嵌图案。A—H 代表北极南极波系；A＝北极海波谷区；B＝环北极海波峯带；C＝北特堤斯波谷带；D＝特堤斯波峯带；E＝南特堤斯波谷带；F＝南大陆波峯带；G＝南大洋波谷带；H（图 3 掩蔽）＝南极波峯区。1—6 代表太平洋欧非波系；1＝太平洋波谷区包括中太平洋波峯区及环太平洋海沟带；2＝环太平洋波峯带；3＝外太平洋波谷带；4＝西藏巴西波峯带；5＝大西洋波谷带；6＝欧非波峯区。（关恩威编图）

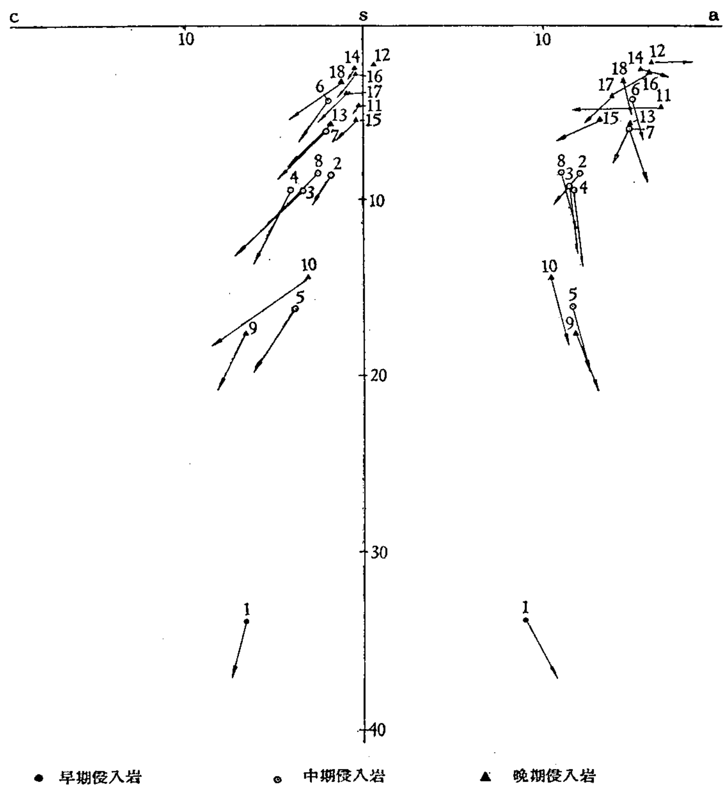

图 7　延边东南地区晚古生代花岗岩札氏岩石化学图解

反映了从内部至外部的酸度渐减，基度渐增的分异特点。晚期侵入岩体的投影点在图解的 asb 和 csb 面内都位于最上和最右的位置，显然表明其更富含碱质。其偏碱性的特点，还可从其所含 [K_2O + Na_2O] 总含量较各时代花岗岩（按戴里）的相应平均含量为高得出。总的看来，a′值出现的频率较多，此一特点与中国东部地区花岗岩的岩石化学特点是一致的[2]（图 7 表 1）。

3. 地球化学特点

通过对各期侵入岩岩石中微量元素资料的综合分析，查明微量元素组合与岩体的岩石成分有着密切的关系。在早期侵入岩中，主要有铁族元素 Ti、V、Cr、Mn、Co 和铜型元素 Cu、Zn、Pb，有时有 Be、Sr、Ba、B、P、Zr、Mo。中期侵入岩以含 Sr、Ba、B、Cr、Ni、V、Ti、Co、Mn、Cu、Pb 等元素为特征；在碱质交代作用中，尚有 Be、Zn、Ga、Sn、Mo、Zr 等元素出现。晚期侵入岩的特征元素有 Be、Sr、Ba、B、Cr、Ni、V、Ti、Co、Mn、Mo、Zr、Cu、Pb、Zn、Sn、Bi，有时出现 P、Ga、Ag；且铜型元素和挥发分在含量方面较前二期侵入岩均有显著增加。在酸性分异物和深成岩墙中，无例外地继承了各期侵入岩的微量元素特点，且铜型元素含量普遍增高（图 8）。

由此可知，铁族元素 Ti、V、Cr、Mn、Co，铜型元素 Cu、Pb、Zn，稀有元素 Zr、Mo，岩浆射气元素 B 和造岩元素 Sr、Ba 等，乃是华力西晚期花岗岩类侵入岩中的贯通微量元素。它们是在岩浆源发育的最初阶段花岗岩结晶时开始析出，而集聚至晚期脉岩相阶段，

表1　延边东南地区上古生代花岗岩类岩石

含量% / 氧化物及数值		侵入期	早期	中期						
		岩体	渊东岩体	大洞-广德峯岩体			高岭岩体			
		岩石名称及样品编号	混染闪长岩 2-311	花岗闪长岩 2-41	花岗闪长岩 2-74	斑状石英闪长岩 2-76-1	石英闪长岩 5-425	钾长石化斜长花岗岩 2-192	钾长石化斜长花岗岩 D*	钾长石化花岗岩 XIV_3
化学成分		SiO_2	41.06	70.2	66.62	65.46	58.62	70.23	68.15	70.0
		TiO_2	1.48	0.22	0.44	0.46	0.9	0.3	0.51	0.66
		Al_2O_3	15.8	14.24	13.75	15.0	15.63	14.57	15.26	12.15
		Fe_2O_3	10.28	1.25	1.47	1.23	2.36	1.65	0.97	2.24
		FeO	7.39	3.18	0.45	3.98	5.89	1.85	2.68	3.54
		MnO	0.16	0.12	0.12	0.12	0.15	0.07	0.06	0.10
		MgO	6.3	0.86	2.24	2.46	3.96	0.61	1.11	1.72
		CaO	10.02	1.53	3.33	3.84	5.18	1.92	2.76	2.67
		Na_2O	3.2	3.94	3.10	4.05	3.65	4.72	4.16	3.12
		K_2O	0.78	2.73	3.28	1.95	2.51	3.50	3.99	2.92
		P_2O_5	0.86	0.12	0.18	0.18	0.11	0.35	0.07	0.08
		n.n.p.	1.86	1.25	0.43	0.5	0.58	0.39	0.40	0.82
顺序号及代号			1 ●	2 ⊙	3 ⊙	4 ⊙	5 ⊙	6 ⊙	7 ⊙	8 ⊙
数值特征	主要数值	a	8.88	12.16	11.5	11.72	11.74	15.13	14.76	11.12
		c($\bar{c}$)	6.67	1.78	3.4	4.16	3.79	2.0	2.68	2.58
		b	34.0	8.59	9.5	9.47	16.25	4.35	5.89	8.53
		s	50.5	77.46	75.6	74.66	67.41	78.5	76.67	77.75
	次要数值	a′(c′)	(17.9)	15.38	(7.1)	(5.76)	(10.92)	(6.15)	(10.74)	(6.97)
		f′	49.15	46.92	53.2	51.07	47.9	70.77	59.23	60.4
		m′	32.9	16.92	39.7	43.16	41.0	23.08	30.38	32.5
		n	85.5	68.48	59.0	76.74	68.6	67.26	61.06	61.7
		φ	27.0	12.3	12.75	10.0	12.6	30.76	14.48	21.7
		t	2.7	0.25	0.45	0.55	1.1	0.34	0.56	0.77
	Q		−23.5	28.8	24.8	21.7	8.37	26.78	21.15	32.7
	a/c (a/$\bar{c}$)		1.33	6.83	3.25	2.82	3.1	7.55	5.8	4.31
	类		6	2	2	2	3	2	2	2
	科		23	4	5	5	8	3	4	4
	亥科		c							

* 由 D_{3-1}，D_{5-6}，D_8，D_{10-2}，D_{12-2} 等5个样品的平均值得出。

化学成分及数值特征(按 A. H. 札瓦里茨基)

晚期									
天佛指山岩体					柳洞岩体				
外部相混染带		外部相细粒带		内部相	外部相				内部相
片理化混染含石英闪长岩	石英闪长岩	细粒白岗花岗岩	细粒白岗花岗岩	花岗岩	花岗岩	花岗岩	白岗花岗岩	白岗花岗岩	白岗花岗岩
IX_{21}	IX_{16}	5-344-8	2-69-1	2-294	L_4	2-210	L9-3	2-232-1	L10-4
52.57	62.59	71.15	75.71	68.69	75.94	74.45	74.17	74.33	72.88
1.09	1.09	0.08	0.03	0.28	0.01	0.1	0.09	0.15	0.13
17.94	12.75	15.44	12.6	14.94	12.69	12.25	13.9	12.48	13.06
3.56	2.37	1.71	0.46	1.33	0.51	2.77	1.07	1.78	0.95
6.07	5.65	0.71	1.9	2.95	1.95	1.34	1.02	1.28	2.06
0.23	0.16	0.06	0.04	0.08	0.05	0.07	0.12	0.14	0.04
3.34	3.55	0.03	0.0	0.81	0.07	0.42	0.24	0.45	0.46
6.95	3.84	0.27	0.44	1.66	0.68	0.46	0.47	0.53	1.08
3.88	2.47	4.75	5.35	4.0	5.34	3.90	4.96	4.0	3.26
1.93	3.47	4.75	4.0	4.40	3.20	3.55	4.00	3.95	5.36
0.53	0.23	0.04	0.04	0.23	0.0	0.27	0.03	0.25	0.0
1.50	2.2	0.95	0.0	0.28	0.02	0.28	0.62	0.56	0.26
9 ▲	10 ▲	11 ▲	12 ▲	13 ▲	14 ▲	15 ▲	16 ▲	17 ▲	18 ▲
11.88	10.42	16.62	16.01	14.8	15.47	13.13	16.06	13.98	14.48
6.65	3.17	0.33	(0.52)	1.98	0.32	0.52	0.52	1.05	1.19
17.82	14.57	4.88	2.13	5.68	2.63	5.66	2.92	4.05	3.56
63.63	71.7	78.17	81.34	77.53	81.6	80.69	80.7	80.93	79.98
(12.42)	(10.19)	54.05	(24.25)	9.3	(14.6)	25.29	22.2	17.74	(3.7)
54.61	51.39	44.59	75.75	67.4	82.0	60.92	64.4	64.52	75.9
33.34	38.43	1.35	0.0	23.3	4.0	13.79	13.3	17.74	20.37
75.9	51.94	60.32	66.12	58.0	71.6	62.38	65.8	60.75	48.1
19.17	13.88	29.73	0.06	18.6	14.0	39.08	28.6	35.48	22.22
1.57	1.98	0.08	0.0	2.47	0.08	0.8	0.08	0.16	0.08
3.13	19.4	22.77	30.14	23.47	32.13	34.58	19.16	14.04	3.07
1.79	3.29	50.36	(30.79)	7.47	4.8	25.25	30.9	13.38	12.16
4	2	2	2	2	2	2	2	3	2
14	5	3	3	3	4	3	3	8	3

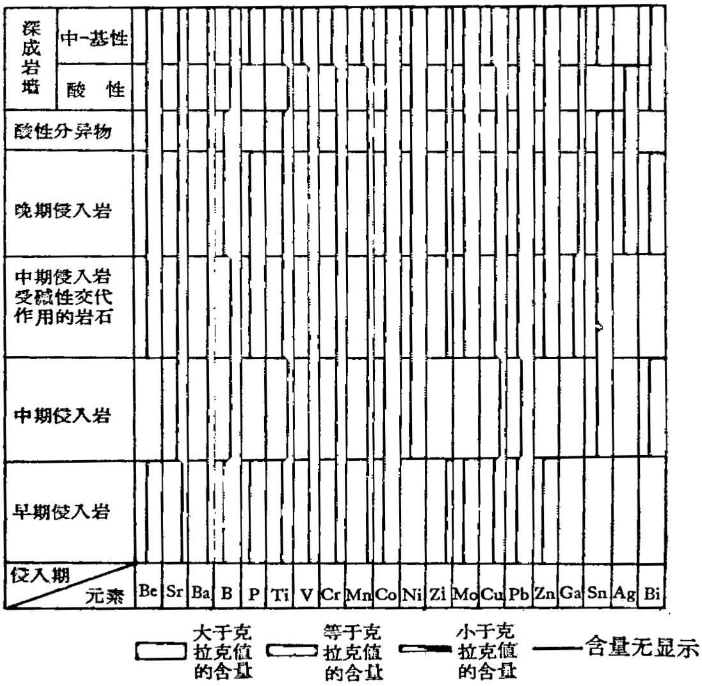

图 8 延边东南地区上古生代花岗岩光谱分析结果(平均值)
克拉克值按 A. П. 维诺格拉多夫(1962 年)发表的酸性岩各元素的平均含量

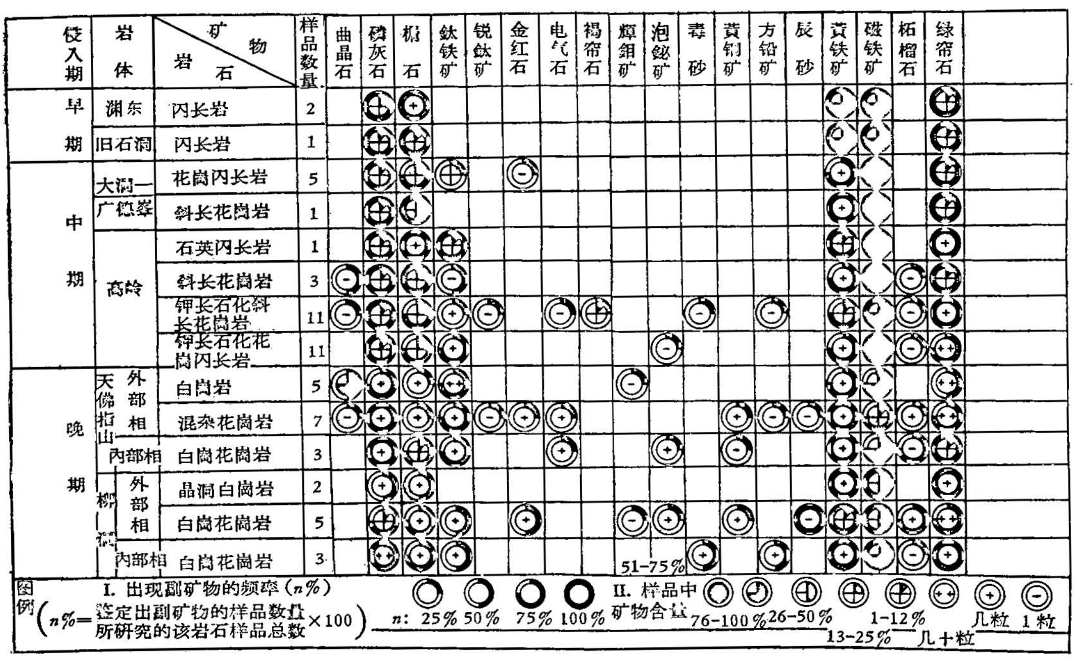

图 9 延边东南地区上古生代花岗岩类侵入岩主要副矿物的分布情况

而愈至晚期，铜型元素、稀有元素和挥发分愈富集，这就给金属矿化创造了有利条件。

人工重砂资料表明，在早期岩石中有磁铁矿、黄铁矿、磷灰石、锆石、绿帘石和榍石。在中期岩石中除了含有早期岩石的副矿物之外，尚有钛铁矿，部分岩石中有曲晶石、金红石和磷钇矿。在受碱质交代作用的岩石中尚有少量电气石、方铅矿、褐帘石、毒砂和泡铋矿。晚期岩石中有锆石、磁铁矿、磷灰石、黄铁矿、绿帘石、榍石、钛铁矿，部分岩石中出现曲晶石、辰砂、方铅矿、黄铜矿、辉钼矿、电气石、金红石、红锆石、泡铋矿、锐钛矿和柘榴子石。从图 9 看到，从早期到晚期，出现频率最高的副矿物为锆石、磷灰石、榍石、黄铁矿、磁铁矿和绿帘石等 6 种。晚期，副矿物种类增多，金属硫化矿物（辉钼矿、毒砂、黄铜矿、方铅矿和辰砂等）的涌现，电气石、曲晶石等的存在，反映了晚期侵入岩体富含挥发分和放射性元素的特点。同时，早期至晚期侵入岩平均伽傌（γ）強度（图 10），从 13 增至 17，也表明了岩石中放射性元素的递增性状。

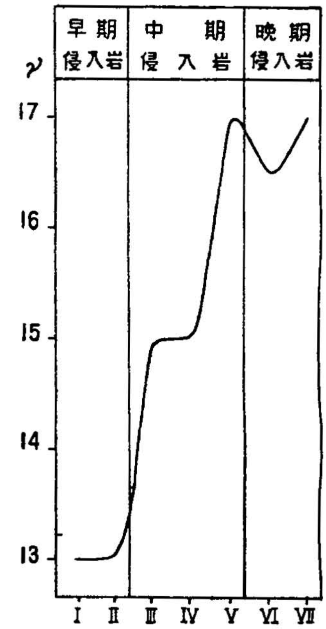

图 10　延边东南地区晚古生代花岗岩类侵入岩平均伽傌强度特征

I. 渊东岩体；II. 旧石洞岩体；III. 大洞-广德峯岩体；IV. 高岭岩体；V. 高岭岩体受碱质交代作用部分；VI. 柳洞岩体；VII. 天佛指山岩体。

发现各类岩石中锆石的物理性质极相似，多以黄色、浅黄色，透明—半透明为特点，多少含有黑色包体和气泡。但其结晶习性从早到晚，由复杂晶形转变为简单晶形，主要反映在正方柱面与双锥体的组合关系上，早期岩石中的锆石，晶面多，且晶体组合复杂；晚期者，适相反（图11）。

四、与矿化作用的关系

上述实际资料表明，呈副矿物存在的下列金属矿物：辉钼矿、泡铋矿、毒砂、黄铜矿、方铅矿和辰砂只在晚期侵入岩中出现，此外，也见于受碱质交代作用的岩石中。而呈微量元素分布于岩石中的铜型元素和稀有元素，其含量在晚期侵入岩中普遍增高，多接近或超过其克拉克值，受碱质交代作用岩石的情况也与此相似。这一矿物-地球化学标志无疑证明了晚期侵入岩与矿化作用的成因联系，同时，也表明碱质溶液的来源与晚期侵入岩也不无关系。岩石的平均伽傌強度特征同样显示了这一关系。

通过大面积地球化学土壤测量圈定出的各类异常区具有清楚的地质反映，其中与晚期侵入岩有关的铜异常区占该类异常区总数的 80%，铅异常区占 84%，锌异常区占84%，钼异常区占 75%。这也就表明全区有三分之二以上的（铜、铅、锌、钼）金属量异常区是由晚期侵入岩引起的。

业经查明的全区内生金属矿化主要为各种成因类型的多金属和稀有金属，此外，尚有铀和钍异常的显示。这种在矿物-地球化学特征上的一致性，指出了本区的成矿作用与晚期侵入岩具有密切的联系，也即内生金属矿化主要与晚古生代花岗岩浆侵入活动的晚期侵入产物有关。因此，晚古生代花岗岩乃是控制本区金属矿化的一个重要地质前提，对它的进一步研究无论在成矿理论或指导找矿的实践方面都具有一定意义。

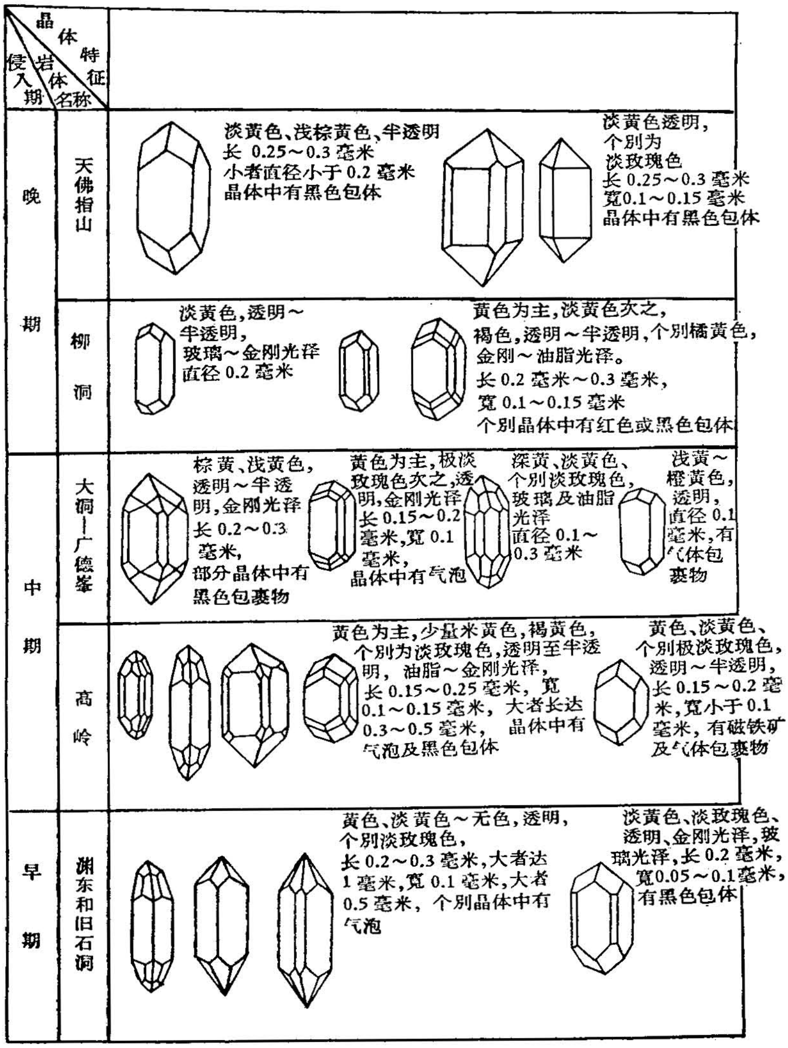

图 11 延边东南地区晚古生代花岗岩类侵入岩锆石对比图

本文在编写过程中得到董南庭副总工程师的指导，并承谢恩泽工程师审阅，文內除显微照片素描图之外，全部插图由徐君超同志清绘，一并致谢。最后，笔者也十分感激王恆升先生对编写此文所给予的热情鼓励和指教。

参 考 文 献

[1] 北京地质学院岩石教研室编 1962 岩浆岩岩石学。中国工业出版社。
[2] Ходак Ю. А. и Сунь шу. 1963 К стратиграфии верхнепалеозойских отложений северо-восточного Китая и сопредельных территорий юга советского Дальнего Востока. Бюллетень м. о-ва исп. природы, отд. геологии, т. XXXVIII (1),68—69.

ON THE UPPER PALAEOZOIC GRANITE AND ITS RELATION TO THE MINERALIZATION IN THE SOUTH-EASTERN DISTRICT OF YAN-PIAN

SHU KUNG-YÜ AND LI HSI-KUN

(Abstract)

The widely distributed granitoid rocks in the south-eastern district of Yan-pian are the product of the late Variscian.

Its formation had come through three continuous periods of intrusion; Diorite and quartz-diorite were formed at an early period, grano-diorite, plagiogranite and biotite-granite, — in the middle, while alaskite granite, alaskite and granite-porphyry — at the concluding period. The tendency of rock composition generally varies from neutral to acidic.

A geochemical study shows: Ti, V, Cr, Mn, Co, Cu, Pb, Zn, Zr, Mo, B, Sr and Ba are the trace elements, which found in rocks of different periods; besides, chalcophilous elements, rare elements and volatiles became more concentrated towards the later period. The accessory minerals which are found most frequently in rocks of different periods are: zircon, apatite, sphene, pyrite, magnetite and epidote. The rocks of the later period contain a more varieties of accessory minerals, characterized especially by the presence of such sulphides, as molybdenite, arsenopyrite, chalcopyrite, galena, cinnabar etc., and tourmaline and cyrtolite.

The endogenic mineralization in this district produced poly-metals and rare metals of different genetic types, as well as uranium and thorium anomalies. It should seem, that they are closely related to the intrusive rocks of the later period. So the Upper Palaeozoic granite is an important factor on the control of mineralization in the whole district and this corresponds with the mineralogical and geochemical characteristics stated above.