

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

略论钨的成矿系列

王 成 发

(江西省冶金地质勘探公司)

一、引 言

矿床成因一直是地质人员共同关注的重要问题。最近一个时期,国内外不少矿床地质学家,从矿床成因的研究中提出了成矿系列的新理论,希望通过成矿系列的建立与研究,更全面地阐明矿床成因,指导找矿勘探。由于成矿系列这一理论兴起不久,因而人们对它的认识尚不一致。本文所采用的成矿系列的概念是:由一定的地质作用及与之相关联的成矿作用所控制的在空间上紧密伴生,成因上相互联系,矿床特征上相似或相近的一系列矿床类型。

钨矿成因和钨的成矿系列,已有不少论述^{[1,2,3,4],1,2,3,4)},归纳目前的理论表明:大家把绝大多数钨矿的形成归结为花岗岩浆的作用,可以是侵入作用,亦可以是火山作用。而把个别钨矿认为是沉积再造作用生成。作者在对我国南岭地区部分钨矿研究后,发现除了有岩浆作用形成的钨矿床外^[2],还有非岩浆作用形成的钨矿床,即作者提出的花岗岩化钨矿床⁵⁾。于是,这里有两个问题是首先应当研究的课题。

第一、自然界是否存在有不同的钨矿系列?作者在考察南岭地区50个钨矿以后发现,自然界确实存在着不同的钨矿系列,而且不同的成矿系列具有各自的特征和不同的找矿方向(后面将叙述),因而建立与划分钨矿系列是必要的,也是可行的。

第二、划分钨矿系列的主要依据是什么?钨在地球化学行为上的一个重要特点是,它虽然可以在各种岩石(包括沉积岩、变质岩、从基性到酸性的岩浆岩)中得到富集,然而能够形成工业矿床则仅同中酸性到酸性的花岗岩类岩石有关,例外的情况不曾发现。因此花岗岩类岩石的成因及其特征直接影响着钨矿的形成作用。可见,钨的成矿系列的划分只能是根据花岗岩类岩石的成因不同进行,目前初步划分出三个钨的成矿系列:

1. 与岩浆侵入作用形成的花岗岩类岩石有关的钨矿床,简称岩浆期后钨矿;
2. 与花岗岩化形成的花岗岩类岩石有关的钨矿床,简称花岗岩化钨矿⁶⁾;
3. 与火山——潜火山作用形成的花岗岩类岩石有关的钨矿床,简称火山作用钨矿。

二、不同钨矿系列的地质特征

钨的三个成矿系列具有不同的地质特征(表1)

1) 谢家荣, 1964, 关于研究中国钨锡矿床的几个问题。(未刊)

2) 莫柱荪, 1975, 斑岩钨矿初议。(未刊)

3) 李崇佑等, 1979, 钨矿床成因类型。(未刊)

4) 徐克勤等, 1958,

5), 6) 王成发, 1981, 花岗岩化钨矿。(未刊)

表 1 不同钨矿系列地质特征对比表

成矿系列		岩浆期后钨矿	花岗岩化钨矿	火山作用钨矿
构造位置		分布于地槽褶皱带或地台内部的活动带	分布于古老地盾或稳定的地块	分布于深断裂带及其伴生的大断裂带
含 矿 岩 体	产 状	多呈岩基、岩株，少数呈岩钟或不规则状，岩体形态较规整，产状稳定	形态变化大，产状不稳定，有岩基、岩株、岩滴、岩枝、岩瘤等	比较规则，呈岩筒、岩墙
	岩石类型	黑云母花岗岩为主，也有二云母花岗岩或白云母花岗岩	多数为二云母花岗岩或二长花岗岩，以及花岗斑岩，少数为黑云母花岗岩与白云母花岗岩	斜长花岗岩或花岗闪长岩类
	岩性变化	岩性稳定，变化小	岩性变化大，在短距离内，岩性迅速改变	岩性比较稳定
	和围岩界线	多数清楚，为侵入接触，少数有不宽的同化混染现象	多数不清楚，呈渐变关系，并有较宽的混合岩化带或交代变质带发育，少数清楚或基本清楚	清楚
	分异程度	明显，多数可以划分出2—3个相带，接触带有特征的冷却边，围岩有烘烤变质现象	无分异现象，岩性变化杂乱无章	有一定分异作用发生，火山作用特征明显
	交代作用	多数微弱，少数发育，且岩体上部比下部发育，边部比内部发育	多数有较强的交代作用，且下部较上部发育，内部比边部发育	一般交代作用较弱，且较均匀
	岩脉发育	发育，可有各种充填脉，且相互切割	发育，但以交代脉和分异脉为主	在岩体内部一般少见，在岩体外可以有岩脉分布
	岩浆活动	可以多次侵入，形成岩浆复式岩体	一般无岩浆活动	可以有不同的火山作用，形成火山杂岩
	成岩作用	酸性岩浆结晶形成	变质岩原地花岗岩化而成	熔岩凝结形成
钨 矿 床	在矿田构造中的位置	矿床位于断裂交叉处，或含矿岩体与碳酸盐岩层的接触带上	矿床位于花岗岩化强烈的部位	矿床位于火山口及其由火山作用形成的断裂附近
	工业矿体与含矿岩体间的位置	在岩体内、外接触带上均可以有很有好的工业矿体，但主要在外带。且矿化区间外带大于内带，内带多数在接触面以下200m即消失，外带多数为1000m，个别可达1.5—2km	主要工业矿体在内带，外带一般很少形成有价值的矿体。内带矿化可达接触面以下800m，外带一般矿化为200m，少数可达400m	多数在岩体内部矿化，深度达300—400m。外带矿化弱，价值不大
	矿化类型	较少，有：石英脉型钨矿、矽卡岩型钨矿、云英岩型钨矿、花岗岩型钨矿	较多，有：石英脉型钨矿、网脉型钨矿、矽卡岩型钨矿、云英岩型钨矿、细脉浸染型钨矿、石英块体钨矿、花岗岩型钨矿	少，有：斑岩型钨矿、热泉沉积钨矿，可能还有火山热液硫化物脉状钨矿
	矿体形态产状	简单，产状较稳定，主要有脉状、复杂脉状、交叉脉状，其次有透镜状，少数有囊状、巢状	极其复杂，产状变化极大，除呈各种复杂脉状和网脉状外，还有三角形、多角形、凹形、囊状、巢状、蓍状等	形态变化复杂，产状变化较大，主要有透镜状、囊状等
石英脉型钨矿的形态分带		明显	无分带	无分带

续表 1

成矿系列		岩浆期后钨矿	花岗岩化钨矿	火山作用钨矿
钨矿床	物质成分	很复杂，多数矿床可以出现30—40种矿物	简单，一般出现10—15种矿物	较复杂，可以出现20种矿物
	钨矿物晶体大小	一般较大，个别巨大，长达30—40cm	一般较小，个别大的也只能有数cm到10余cm长	很细小，一般在2—5mm以下
	矿石构造	多数有大量晶洞与晶簇发育	偶见晶洞，晶簇很少	很难见到晶洞，晶簇
	含挥发分矿物	大量出现，云母最多，其次黄玉、萤石等	少，萤石较多、黄玉少见	偶尔可见
	围岩蚀变	发育，有硅化、钾化、云英岩化、电气石化、绿泥石化、黄铁矿化等	不发育，硅化、云英岩化、黄铁矿化、绿泥石化等	弱蚀变
成矿作用	矿化水平分带性	一般清楚，矿田、矿床、矿体都具有明显的水平分带，带状结构是：钨多金属→钨→钨锡	绝大多数矿床与矿体不具水平分带性，只少数矿田有不明显的水平分带性，带状结构为：钨→多金属或稀有→钨→多金属	不具水平分带性
	矿化垂直分带性	明显，可按矿物分出硫化物带氧化物带或硫化物氧化物混合带	绝大多数矿床不具备	无分带性
	矿石形成方式	主要为充填，次为交代，脉钨为充填	充填、交代与分异，脉钨既有充填，也有交代	以交代为主，充填次之
	成矿时间	在花岗岩体之后	在花岗岩形成末期就开始，或交错进行	在火山作用期后
	主导的成矿因素	岩浆作用	花岗岩化作用	火山作用
找矿勘探	成矿与成岩（花岗岩）的关系	成矿系成岩的产物	成矿、成岩均系花岗岩化的产物	成矿可以由成岩作用导致，亦可以由成岩后的岩浆浅成、超浅成侵入作用引起
	评价准则	（1）钨矿化强度及其连续性； （2）花岗岩的分异演化程度及其岩体形态、产状； （3）含矿构造发育程度	（1）钨矿化的强度及其连续性； （2）花岗岩化范围内的硅、碱质交代强弱程度	（1）钨矿化的强度及其连续性； （2）火山作用期后的热液作用的强度
	找矿方向	沿接触带找矿，主要是外带，目前以脉钨和砂卡岩型钨矿为主，工业价值大	沿接触带找矿，主要是内带。以网脉型为主	在岩体内部，以斑岩型为主
矿床实例	综合评价	注意Nb、Ta、Be、Cu、Pb、Zn、Mo、Ag、Bi、TR	注意Mo、Bi、Be、Pb、Zn、Au、Ag、Nb、Ta	注意Au、Ag
	矿床实例	大吉山、西华山、漂坑、黄沙、柿竹园、瑶岗仙、锯板坑、香花铺、徐山、洪水寨、宝山、画眉坳、梅子窝、荡坪、廖坑、樟斗、岩前、岢美山、盘古山	浒坑、下桐岭、行洛坑、西坑、九岭、青万龙山、雅山、金华山、中村	阳储岭、枫林、莲花山、龙眼石、海罗岭、胎子岭

* 王成发，1976，交代成因的脉状钨矿（未刊）。

三、含矿花岗岩体的岩石化学特征

本文根据硅酸盐分析得出的氧化物的化学性质和阳离子的地球化学性质¹⁾将氧化物归并成三组,即:

酸性组分:包括 SiO_2 、 TiO_2 两种高价阳离子形成的氧化物,表现为弱酸性。阳离子半径小,晶格能很大,电离势很高,外围电子4个。

碱性组分:包括 K_2O 、 Na_2O 两种低价阳离子形成的氧化物,表现为碱性。阳离子半径大,晶格能小,电离势低,外围电子1个。

基性组分:包括 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 FeO 、 MnO 、 MgO 、 CaO 等六种二、三价阳离子形成的氧化物,有的表现为两性,有的表现为弱碱性。阳离子半径、晶格能、电离势介于上述二者间,外围电子不等,2—8个。

归并后的三组成分仍以百分含量表示,看来这种研究方法可以更全面地反映岩石或矿床形成的环境和条件。

已收集到三个成矿系列的24个矿区含矿花岗岩的化学分析成果及酸、碱、基三组成分的含量列入表2。不同成矿系列花岗岩的平均成分及造岩元素的变化特征见表3。

表2、3说明:

1. 造岩元素在岩浆期后钨矿中含量变化较小,而在花岗岩化钨矿和火山作用钨矿中含量波动较大。如 SiO_2 在岩浆期后钨矿系列中变化范围从73.74→76.7%,波动值为2.96%,而在花岗岩化钨矿系列中从70.82%→74.97%,波动值为4.15%,火山作用钨矿系列从63.26→70.02%,波动值为6.76%。 K_2O 在岩浆期后钨矿系列中变化范围从4.02%→5.15%,波动值为1.13%,而在花岗岩化钨矿系列中从3.37%→5.73%,波动范围为2.36%,在火山作用钨矿中从3.21%→9.13%,波动范围为5.92%。 Na_2O 在岩浆期后钨矿系列中变化范围从2.56%→4.28%,波动范围是1.72%,而在花岗岩化钨矿系列中从2.21%→4.39%,波动范围为2.18%,火山作用钨矿系列中从0.09%→2.78%,波动范围为2.69%。 Al_2O_3 在岩浆期后钨矿系列中,变化范围从12.01%→14.27%,波动范围为2.26%,而在花岗岩化钨矿系列中,从13.73%→16.07%,波动范围为2.34%,火山作用钨矿,从14.59%→16.43%,波动范围为1.84%。 CaO 在岩浆期后钨矿系列中,变化范围从0.12%→1.06%,波动范围为0.94%,而在花岗岩化钨矿系列中,从0.17%→1.715%,波动范围为1.545%,火山作用钨矿系列中从0.26%→2.36%,波动范围为2.10%,等等。这表明岩浆期后钨矿系列的含矿花岗岩是经过岩浆分异演化的产物,岩体化学成分比较稳定。而花岗岩化钨矿系列和火山作用钨矿系列则不同,前者是没有经过岩浆演化阶段,后者是演化不彻底,因而造成化学成分上的较大变化。

2. 从火山作用钨矿系列到花岗岩化钨矿系列再到岩浆期后钨矿系列,含矿花岗岩的化学成分有如下变化特征:

(1) 酸性组分增加,基性组分减少。

(2) 碱性组分增加,硅碱质总量亦增加。

(3) $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 值减少,而且在花岗岩化钨矿系列和岩浆期后钨矿系列中其比值基本不变,表明在碱性组分中,前者以钾为主,后者以钠为主。

1) 陕西省地质局地矿处编,1973,地矿元素周期综合简表。(未刊)。

表 2 含矿花岗岩岩石化学成分(%)

成矿系列	编号	矿区	统计数	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	烧失	合计	酸	基	正规划后的数值			
																			碱	基	酸	
岩浆期后钨矿	1	大吉山	1	74.92	0.10	13.85	0.61	1.16	0.05	0.20	0.73	4.00	5.15	0.20	0.53	101.50	74.45	16.47	9.08	0.7834	0.1499	0.7711
	2	迳美山	2	74.83	0.10	13.73	1.37	0.55	0.06	0.22	0.72	2.63	5.10	—	0.14	99.45	75.45	16.77	7.78	0.8699	0.1827	0.5556
	3	宝山	1	74.12	0.16	13.14	0.82	1.54	0.11	0.13	0.38	4.28	4.92	0.03	0.75	100.38	74.58	16.18	9.24	0.7945	0.1182	0.7977
	4	漂矿	1	75.54	0.05	12.73	0.40	1.30	0.18	0.46	0.65	3.42	4.54	—	—	99.27	76.15	15.84	8.01	0.9289	0.0810	0.5937
	5	画眉坳	1	74.66	0.13	14.27	0.57	0.39	0.05	0.58	—	3.26	4.93	0.02	—	98.82	75.67	16.05	8.29	0.8878	0.1039	0.6401
	6	廖坑	2	74.76	0.11	13.78	1.22	1.15	0.09	0.51	0.61	3.45	4.93	0.07	0.35	101.03	74.42	17.25	8.33	0.7808	0.2352	0.6468
	7	樟斗	1	76.70	0.05	12.95	0.14	1.67	0.09	0.15	0.12	3.27	4.99	0.03	0.58	100.74	76.65	15.10	8.25	0.9719	0	0.6335
	8	黄沙	2	74.09	0.13	13.86	1.07	0.85	0.06	0.41	0.52	3.47	4.44	0.10	1.07	100.07	75.05	16.96	8.00	0.8348	0.2035	0.5920
	9	庵前滩	1	75.00	0.13	13.55	1.06	1.59	0.04	0.34	0.56	3.13	4.19	0.05	0.78	100.42	75.44	17.21	7.35	0.8682	0.2309	0.4842
	10	梅子窝	1	75.04	微	12.01	0.31	1.88	0.17	0.42	1.06	2.56	4.02	0.03	0.83	98.32	76.98	16.26	6.75	1.0000	0.1269	0.3847
	11	岩前	1	73.74	0.10	14.17	0.63	0.71	0.10	0.19	0.77	3.65	4.98	0.15	0.70	99.87	74.56	16.73	8.71	0.7928	0.1783	0.7098
	12	西华山	17	75.54	0.07	13.02	0.50	1.00	0.06	0.18	0.67	3.83	4.32	0.05	—	99.24	76.23	15.56	8.21	0.9538	0.0503	0.6269
	13	荡坪	19	75.47	0.16	13.40	0.63	0.74	0.05	0.25	0.45	3.47	4.62	0.05	—	99.29	76.48	15.63	8.15	0.9572	0.0580	0.6169
	14	柿竹园**	4	74.84	0.11	12.71	0.47	1.64	0.11	0.23	0.95	3.50	5.07	0.07	0.66	100.36	75.23	16.17	8.60	0.8502	0.1171	0.6915
花岗岩化钨矿	15	洪坑**	2	74.40	0.067	14.52	0.50	0.68	0.23	0.11	0.44	4.39	3.46	0.10	0.40	99.10	75.37	16.68	7.95	0.8622	0.1729	0.5837
	16	雅山**	6	72.79	0.076	14.87	0.31	0.57	0.21	0.10	0.37	4.34	3.89	0.17	0.82	98.39	74.68	16.84	8.48	0.8031	0.1904	0.6716
	17	下桐岭*	3	74.97	0.073	13.82	0.48	0.40	0.06	0.21	0.21	2.53	5.73	—	—	98.48	76.19	15.42	8.39	0.9324	0.0350	0.6567
	18	行洛坑**	17	71.20	0.20	13.73	1.05	2.75	0.16	0.61	1.04	2.21	5.47	—	—	98.42	72.55	19.65	7.80	0.6207	0.4978	0.5589
	19	青万龙山**	3	72.31	0.162	14.46	1.09	1.28	0.12	0.32	0.55	3.13	4.42	0.15	2.57	99.96	74.07	18.21	7.72	0.7509	0.3403	0.5456
	20	西坑**	2	70.82	0.475	15.70	0.945	1.965	0.09	0.875	1.715	3.10	3.37	0.11	1.16	100.62	71.98	21.15	6.53	0.5719	0.6619	0.3433
	21	九岭**	3	72.66	0.076	16.07	0.86	1.16	0.155	0.31	0.17	3.22	4.90	0.243	0.92	100.74	73.04	18.81	8.15	0.6627	0.4059	0.6169
火用山钨矿作矿	22	阳储岭*	3	70.02	0.415	14.66	0.19	2.48	0.0025	0.94	2.36	2.78	3.21	—	—	97.06	72.57	21.25	6.17	0.6224	0.6729	0.2886
	23	枫林*	3	68.63	0.51	16.43	2.67	1.24	0.01	1.65	0.26	0.09	4.15	—	—	95.64	72.29	23.27	4.43	0.5985	0.8939	0
	24	莲花山*	1	63.26	0.30	14.59	2.39	4.37	0.50	1.48	0.26	1.05	9.13	—	—	97.33	65.30	24.24	10.46	0	1.0000	1.0000

此表数据取自苟月明同志的“赣南钨矿花岗岩化学成分判别特征”一文, (未刊)。

* 取自贺冬保同志的“南岭地区部分钨矿床成矿母岩化学成分的分析”一文, 1981, (未刊)。

** 取自矿区地质勘探报告书。

表 3 不同成矿系列含矿花岗岩的平均化学成分及其变化特征(%)

成矿系列	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
岩浆期后钨矿	74.95	0.10	13.37	0.70	1.16	0.09	0.31	0.63	3.42	4.73
花岗岩化钨矿	72.74	0.16	14.74	0.75	1.26	0.15	0.36	0.64	3.28	4.46
火山作用钨矿	67.30	0.41	15.23	1.75	2.70	0.17	1.36	0.96	1.31	5.50
黎彤1962年中国花岗岩	71.27	0.25	14.25	1.24	1.62	0.08	0.80	1.62	3.79	4.03

成矿系列	P ₂ O ₅	烧失	合计	酸	基	碱	硅碱质总量	K ₂ O/Na ₂ O	统计数
岩浆期后钨矿	0.07	0.64	100.17	75.05	16.26	8.15	83.10	1.38	54
花岗岩化钨矿	0.15	1.17	99.86	72.90	17.90	7.74	80.48	1.35	36
火山作用钨矿	—	—	96.69	67.71	22.17	6.81	74.11	4.20	7
黎彤1962年中国花岗岩	0.16	0.89							

注：本表根据苟月明的“赣南钨矿化花岗岩体岩石化学数值判别特征（1981）和贺冬保的“南岭地区部分钨矿床成母岩化学成分”（1981，两文皆为未刊资料）

据上述变化，可以推论，与三个成矿系列有关的含矿花岗岩的原始物质的形成深度不同（图1）。

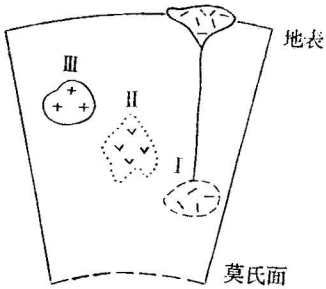


图 1 三类含矿花岗岩原始物质形成深度示意图

I—火山作用钨矿系列的花岗岩，岩浆形成深度深，大约15公里以下；II—花岗岩化钨矿系列的花岗岩，形成深度中等，大约10—20公里；III—岩浆期后钨矿系列的花岗岩，形成深度浅，大约5—15公里

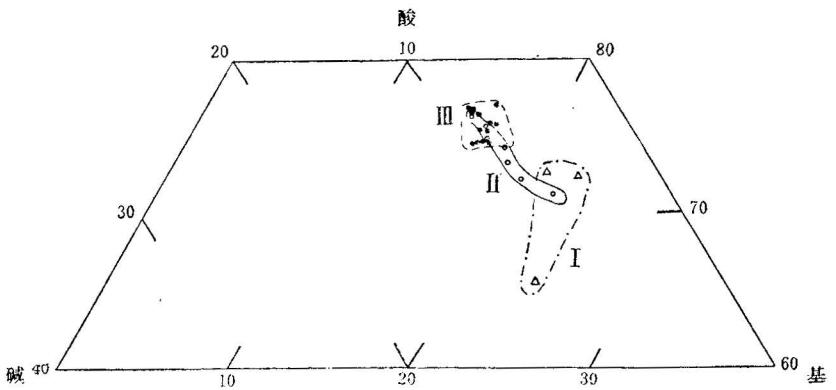


图 2 含钨花岗岩岩石化学酸、碱、基组分三角图解

●—与岩浆期后钨矿有关的花岗岩(III)；○—与花岗岩化钨矿有关的花岗岩(II)；△—与火山作用钨矿有关的花岗岩(I)

为了进一步研究含钨花岗岩体的岩石化学特征，将酸、碱、基三种组分作成三角图解(图2)，按照数学地质的Q型簇群分析进行分类，结果列于表2、4、5和图3。

从上述结果中可以得出以下几点有意义的结论。

第一、三角图解和簇群分析都表明含矿花岗岩体可以分成三类，和三个成矿系列相一致，从而进一步证明钨的三个成矿系列是存在的，划分依据是充分的。当详细研究三角图解和簇群分析时还可以发现，已划分的三个成矿系列有叠置的部分，表现为花岗岩化钨矿有4个矿区在图解上

表 5 含矿花岗岩Q型簇群分析综合表

连结顺序	连 结 岩 体	ΔE	E
1	12	0.0003	0.0003
2	2	0.0005	0.0005
3	1	0.0009	0.0009
4	11	0.0009	0.0009
5	12,13	0.0012	0.0015
6	2,15	0.0014	0.0019
7	5	0.0021	0.0021
8	12,13,17	0.0022	0.0037
9	20	0.0028	0.0028
10	11,16	0.0032	0.0041
11	12,13,17,4	0.0035	0.0072
12	18	0.0068	0.0068
13	8,2,15	0.0081	0.0100
14	5,14	0.0167	0.0260
15	18,21	0.0175	0.0243
16	6,11,16	0.0215	0.0265
17	9,8,2,15	0.0428	0.0528
18	5,14,4,7,17,12,13	0.0528	0.1053
19	20,22	0.1008	0.1036
20	10,9,8,2,15	0.1056	0.2637
21	10,9,8,2,15,5,14,4,7,17,12,13,6,11,16,1,3	0.3274	0.6154
22	20,22,23	0.7847	0.8870
23	10,9,8,2,15,5,14,4,7,17,12,13,6,11,16,1,3,18,19,21	2.3632	3.8656

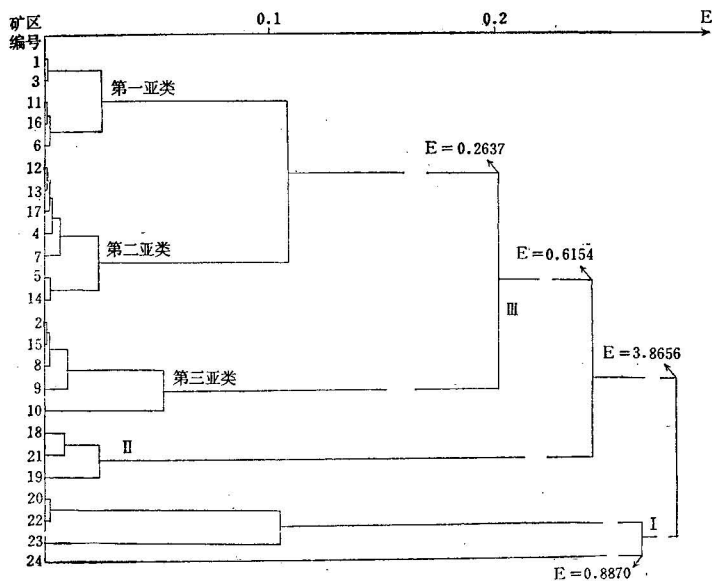


图 3 含矿花岗岩岩石化学酸、碱、基组分归类谱系图

的分布范围和岩浆期后钨矿的分布范围相重合，而火山作用钨矿和花岗岩化钨矿在图解分布范围上有一个矿区相重合，这种现象被推断为：三个成矿系列的含矿岩体在原岩形成深度上（按照前面已阐明的深、中、浅的部位）相邻的部位有叠置的生成环境。按照这种推论作者已注意到和岩浆期后钨矿有关的含矿岩体的形成深度小于花岗岩化花岗岩的形成深度。对此目前尚没有任何可靠的证据，这里只能指出疑点所在。

第二、与岩浆期后钨矿有关的含矿花岗岩在三角图解上分布范围较小，Q型分析发现它们的E值亦较小，表明这个成矿系列的花岗岩成分均匀，变化较小，这种情况再次证明这类含矿花岗岩体的生成经历了岩浆作用的充分分异。同时，与岩浆期后钨矿有关的含矿花岗岩体，在Q型簇群分析的归类谱系图上可以进一步划分出三个亚类。

第一亚类：包括大吉山、宝山、岩前、廖坑等矿区的花岗岩。

第二亚类：西华山、荡坪、漂坑、樟斗、画眉坳、柿竹园等矿区的花岗岩。

第三亚类：岩美山、黄沙、庵前滩、梅子窝等矿区的花岗岩。

与花岗岩相关的钨矿床也可分成三个亚类，其含矿花岗岩的地质特征初步归纳成表6。

表6 岩浆期后钨矿系列三个亚类含矿花岗岩地质特征对比表

亚 类		第 一 亚 类	第二亚类	第三亚类
岩体化学成分	酸 (%)	74.50	76.07	75.73
	基 (%)	16.66	15.72	16.80
	碱 (%)	8.84	8.25	7.47
	K_2O-Na_2O (%)	1.15	1.29	1.49
	性 质*	强碱花岗岩	碱性花岗岩	弱碱花岗岩
岩体蚀变	碱交代	明显，以钠交代为主	较明显，以钾交代为主	不明显
	硅交代	弱	强烈	较强
	主要蚀变类型	钠化、白云母化、弱硅化，很少有云英岩化	钾化、硅化、云英岩化	弱云英岩化、硅化
岩体稀有、稀土矿化情况		Nb, Ta 磷钨矿型	TR 独居石型	几乎不含Nb, Ta, TR 磷灰石型
矿床主要伴生元素		W, Pb, Zn	W, Sn, Mo, Bi, Be	W, Cu

* 这里的强碱、弱碱、碱性三亚类是相对而言的。

四、结 论

1. 钨矿床与花岗岩类岩石密切相关，根据花岗岩类岩石的不同成因将钨矿床划分为岩浆期后钨矿、花岗岩化钨矿、火山作用钨矿三个成矿系列，每个成矿系列具有独特的地质特征，以及各不相同的找矿方向与评价准则。

2. 根据花岗岩中造岩元素氧化物的化学性质和阳离子的地球化学性质将花岗岩化学成分划分为酸性组分、碱性组分、基性组分三种，更全面地反映岩石或矿床形成的环境与条件。三种组分的Q型簇群分析与三角图解其结果同依据地质特征划分的三个钨矿系列相一致，从而进一步证明，钨的三个成矿系列是存在的，划分依据是充分的。

3. 从火山作用钨矿→花岗岩化钨矿→岩浆期后钨矿，含矿花岗岩随着酸性组分的增加，基性组分逐渐减少，随着碱性组分的增加，硅、碱质总量亦随之增加， K_2O/Na_2O 值减少。造岩元素在岩浆期后钨矿中含量变化小，表明岩体化学成分比较稳定，经过岩浆分异演化的结果，而在其他两个系列中变化大，是由于没有经过岩浆演化或演化不彻底造成。

这些演化规律预示着与三个成矿系列有关的含矿花岗岩的原始物质具有不同的形成深度。

4. 岩浆期后钨矿依据含矿花岗岩化学组分的Q型簇群分析, 可以分成三个亚类。第一亚类的强碱花岗岩体有强烈的自交代作用, 以碱交代为主, 且钠交代明显, 仅次于钾交代; 第二亚类的碱性花岗岩体有较强烈的自交代作用, 硅、碱交代都明显, 且碱交代以钾交代突出, 很少有钠交代; 第三亚类的弱碱花岗岩体自交代弱, 但仍以碱交代为主, 且钾交代特别突出。

本文得到吴庭芳同志的指导, 文中插图由杨美英同志清绘, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 南京大学地质系, 1974, 中国东南部不同时代花岗岩类及其与某些金属矿床的成矿关系。中国科学, 第1期。
- [2] 中国科学院贵阳地球化学研究所, 1979, 华南花岗岩类的地球化学。科学出版社。
- [3] 林运淮, 1982, 岩体型钨矿。地质论评, 第88卷, 第1期。
- [4] 徐克勤等, 1980, 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。南京大学学报(自然科学版)。

A BRIEF DISCUSSION OF THE MINEROGENETIC SERIES OF TUNGSTEN DEPOSITS

Wang Chengfa

(Jiangxi Metallurgical and Geological Exploration Company)

Abstract

Based on the data of part of tungsten deposits in the Nanling region of China, three minerogenetic series of tungsten deposits have been proposed, postmagmatic tungsten deposits, granitized tungsten deposits and volcanic tungsten deposits. The geological characteristics of the three minerogenetic series, criteria for their evaluation and direction in search for them have been summarized. On that basis, an indepth study has been made on the chemical composition of the ore-bearing granites by applying the triangular diagrams and the "Q" group analysis, thus further expounding the existence of the three minerogenetic series of tungsten deposits.