

关于花岗岩化钨矿的研究

王 成 发

(江西省冶金地质勘探公司)

通过对混合岩化、花岗岩化发育地区钨矿的研究,作者于1981年曾提出花岗岩化钨矿的理论¹⁾。近来比较全面地研究了这些矿床的地质成果。现将该类矿床的成矿地质条件、矿化类型及矿床特征介绍如下:

一、成矿地质条件

1. 构造

矿床位于扬子准地台和华南褶皱系^[1]。其特点一是矿床只产于古老的隆起地块上(图1);二是这些矿床附近有规模较大的深大断裂通过,图1中一系列北东向断裂,其深度有的切穿基底,多数切穿地壳,成为地壳中物质交换的通道,对成岩成矿作用影响很大。

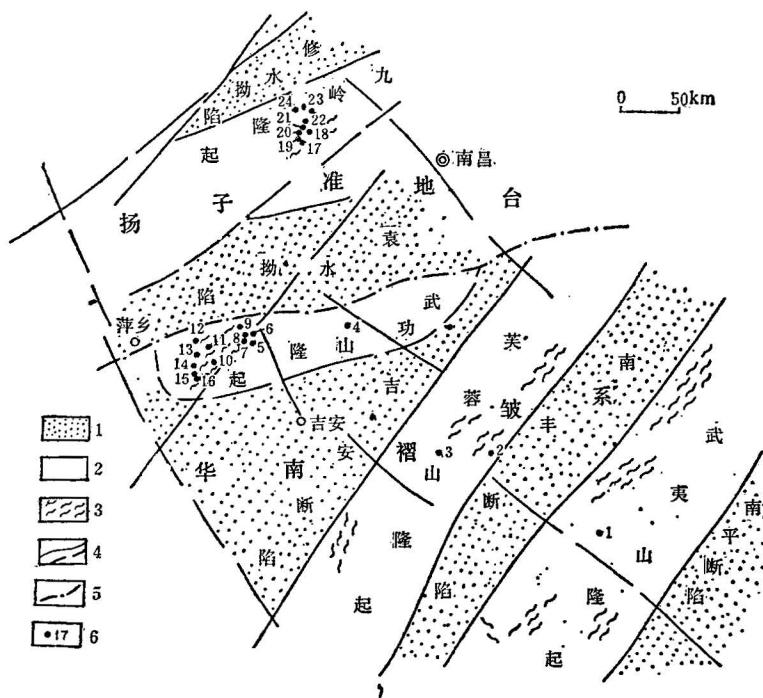


图 1 花岗岩化钨矿构造位置略图

图例: 1—断陷带与拗陷带; 2—隆起区; 3—混合岩化; 4—断裂; 5—大地构造分区界线; 6—矿床及编号。

图内: 1—行洛坑; 2—金华山; 3—中村; 4—西坑; 5—下桐岭; 6—黄竹坪; 7—棕背山; 8—早占龙; 9—茶店; 10—浒坑; 11—明月山; 12—徐家源; 13—青万龙山; 14—武功山北区; 15—武功山中区; 16—武功山南区; 17—大河里; 18—茅公洞; 19—昆山; 20—蓑衣洞; 21—大湖塘; 22—狮子崖; 23—新安里; 24—石门寺

1) 王成发, 1981, 花岗岩化钨矿。江西地质学会论文选编, 182—192页。

本文1983年3月收到, 1985年3月改回, 季国容编辑。

2. 地层

由于大地构造位置不同的缘故，因而与花岗岩化钨矿有关的地层有两套。

第一套系分布于扬子准地台的元古界（双桥山群）。岩性为灰绿色片岩、千枚岩、板岩、变质粉砂岩、变质砂岩与火山角砾岩。

第二套系分布于华南地槽褶皱系的浅变质岩系，在武功山隆起称：“松山群”与“神山群”，在芙蓉山隆起及武夷山隆起称“板溪群”，其时代仍有争论，有划为震旦系的，也有将其中一部分划为前震旦系的。据笔者所见，这套地层的时代应从晚元古代到早寒武世。岩性为灰绿色凝灰质千枚岩或板岩以及变质细砂岩夹凝灰岩、火山角砾岩、变质石英角斑岩、硅质岩、碳质板岩等。

3. 混合岩

有花岗岩化钨矿分布的隆起地块上都有混合岩，有大面积产出形成混合岩田的，也有零星分布的混合岩。后者岩性单一，呈脉状或不规则形态产出。前者多作岩基或岩株状产出，岩性复杂，可分出不同相带。武功山混合岩田是其中的一典型，从边缘到中心可以分出三个混合岩带：即条带状混合岩带、条痕状混合岩带、均质混合岩带。

4. 花岗岩类岩石

花岗岩化钨矿在空间上与花岗岩类岩石有密切的依存关系，两者常一同产出，即或分开，其距离也很近，据目前资料最多不超过 2 公里。岩体呈各种形态，有岩基、岩株、岩滴、岩枝、岩瘤以及各种不规则状。且形态、产状变化很大。主要岩性多数为二云母花岗岩或二长花岗岩，少数为黑云母花岗岩、白云母花岗岩、花岗斑岩。岩性变化大，岩体无分异现象，岩体边缘无岩浆侵入的边缘相和冷却边。主要矿物成分：钾长石 32—34%，斜长石 24—30%，石英 26—32%，黑云母 1—5%，白云母 1—5%。部分钨矿区花岗岩类岩石的化学成分见表 1。此外，有的矿区有少量的中、基性脉岩，如辉绿玢岩、辉长辉绿岩、闪长岩等。

表 1 部分钨矿区花岗岩类岩石的化学成分 (%)

矿 区	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	总 量
浒 坑	74.40	0.067	14.52	0.50	0.68	0.23	0.11	0.44	4.39	3.46	0.10	0.40	99.1
早 占 龙	72.29	0.076	14.87	0.31	0.57	0.21	0.10	0.37	4.39	3.89	0.17	0.82	98.38
下 桐 岭*	74.97	0.073	13.82	0.48	0.40	0.06	0.21	0.21	2.53	5.73	缺	缺	98.48
行 洛 坑*	71.21	0.20	13.73	1.05	2.75	0.16	0.61	1.04	2.21	5.47	缺	缺	98.43
育万龙山	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
西 坑	70.82	0.475	15.70	0.945	1.965	0.09	0.875	1.715	3.1	3.37	0.11	1.16	100.62
大 湖 塘	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
平 均	72.24	0.16	14.74	0.75	1.26	0.15	0.36	0.64	3.28	4.46	0.15	1.17	99.86

* 取自贺冬保同志“南岭地区部分钨矿床成矿母岩化学成分의 簇群分析”，江西地质学会 1981 年论文选编。其余数据取自矿区地质勘探报告。

5. 热液交代变质现象

热液交代变质作用主要在三个部位发生，一是花岗岩体及其岩体附近；二是规模较大的破碎带；三是碳酸盐岩层及其毗连的硅铝质岩层。发育强度以第一部位为最佳，第二部位次之，第三部位更次之。交代作用主要有硅化、钾化、卤族元素矿化与金属矿化等四类。

二、矿化类型

花岗岩化钨矿有七个矿化类型，兹分叙于后。

1. 石英脉状钨矿

几乎所有的花岗岩化钨矿区都有石英脉状钨矿。钨主要呈黑钨矿，少数呈白钨矿产于石英脉中。石英脉大小不一，长短不等，相差悬殊。矿区内的石英脉并不都含矿。含矿石英脉在一个矿区可以有几条、几十条或者几百条。单脉长度从20—900米，一般为百余米，厚度从几厘米到数米，一般为0.3—1米，延深从50—300米，一般为200米。一个矿区常有两个或者三、四个方向的矿脉相交。矿床品位变化较大， WO_3 0.15—2.5%。矿体围岩有三种，即寒武纪及其以前的浅变质岩、花岗岩类岩石及混合岩。工业矿体主要产于花岗岩类岩石中（图2）。

根据成因，石英脉状钨矿可以分成两类：

第一类：充填成因脉状钨矿；

第二类：交代成因脉状钨矿，又可分为两个亚类：

第一亚类：半交代脉状钨矿，钨矿是交代产物，而脉体本身不是交代产物。

第二亚类：交代脉状钨矿，脉体本身和钨矿都是通过交代作用形成的。

2. 石英网脉状钨矿

根据矿体的围岩不同，分成两个亚类（图3）。

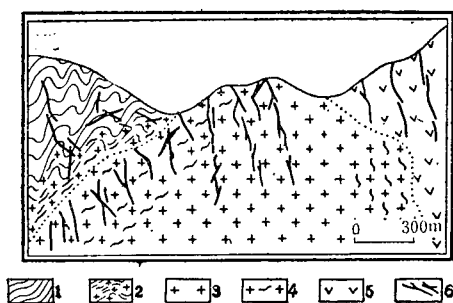


图2 石英脉状钨矿综合剖面图

（根据浒坑、徐家源、石门寺矿区编制）

剖面方向为 $185^{\circ}-5^{\circ}$

1—变质岩；2—花岗岩化变质砂岩；3—花岗岩化花岗岩；4—片麻状混合花岗岩；5—均质混合岩；6—石英脉状钨矿体

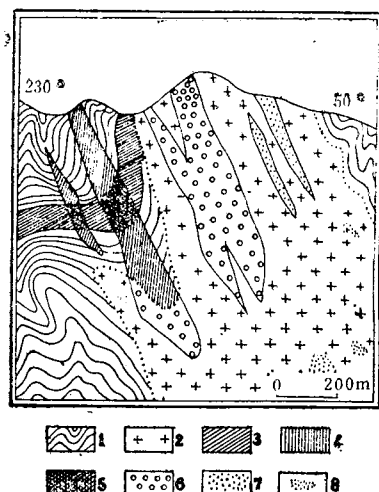


图3 石英网脉状钨矿综合剖面图

（根据下桐岭、行洛坑矿区编制）

1—混合岩化变质岩；2—花岗岩化花岗岩；3—矽卡岩钨矿体；4—变质岩内石英网脉状钨矿体；5—矿化因素叠加形成的富矿体；6—花岗岩内石英网脉状钨矿体；7—石英网脉状钨-铋矿体；8—含变斑晶的黑云母化变质砂岩残影体

（1）产于花岗岩内的石英网脉状钨矿，如福建的行洛坑，江西下桐岭矿区一号岩体矿段、浒坑矿区西家垅矿段以及大湖坑、明月山、青万龙山。钨矿物为黑钨矿与白钨矿，两者近于相等，约70—90%分布在石英脉内，10—30%分布在脉外的花岗岩中，呈浸染状。工业矿体规模相差十分悬殊，规模大的如行洛坑、下桐岭一号岩体矿段，长度380—636米，厚度12—336米，延深335—670米。其他矿区的这类矿体规模较小。矿床物质成分较复杂，除黑、白钨矿外，伴生有大量的钼、铋、铍可以综合利用。其次有黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、锡石等。矿床品位稳定，但品位较低，矿床规模小型到特大型。

(2) 产于变质岩内的石英网脉状钨矿，如下桐岭矿区二号岩体矿段，其次在行洛坑矿区南带岩体上盘的变质岩层中，局部有这种矿化类型。与花岗岩内石英网脉状钨矿相比有几点不同。

第一、钨的工业矿物几乎都集中在脉内，脉外浸染者少，约占10—15%。

第二、伴生的可供综合利用的元素像钼、铋、铍大量减少，甚至完全不具回收意义。

第三、含脉率低，一般多数在5—7%±，脉内品位高于前者，但矿床综合平均品位略低于前者。矿体规模，长100—350米，厚4—30米，延深100—400米。矿床规模小到大型。

3. 细脉浸染状钨矿

目前只发现黄竹坪一个矿区（图4）。矿体围岩为二云母花岗岩与黑云母花岗岩。钨主要呈白钨矿，部分为黑钨矿，约70—80%分布于脉外的围岩中，且呈浸染状，在脉内的只占20—30%。细脉厚度一般为1—5厘米，多数为含钨石英脉，少数为硫化物脉（黄铁矿、黄铜矿）。矿体规模，长几十到数百米，厚1—6米，延深大于150米。除钨外，钼、铜可以综合回收。预计规模为中小型。

4. 矽卡岩钨矿

钨矿化主要发生在矽卡岩中，少数在矽卡岩附近的变质岩中，以白钨矿为主，约占85—95%，黑钨矿只占5—15%。如下桐岭矿区二号岩体矿段、黄竹坪、棕背山（图5）。矿体呈透镜状、饼状，规模一般较小，长几十至百余米，厚度零点几至几米，延深几十米到百多米。金属矿物除黑钨矿、白钨矿外，偶见少许辉钼矿、黄铜矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿。非金属矿物有石榴石、透辉石、透闪石、符山石、阳起石、绿帘石、萤石、方解石、长石等。矿化均匀，品位较低，一般为0.15—0.5%，矿床规模为小型，甚至只有矿化意义，不具工业价值。

5. 花岗岩浸染状钨矿

可以分出三个亚类：

(1) 产于花岗岩体顶部的浸染状钨矿，如中村钨矿（图6）。矿体围岩为混合花岗岩或混合

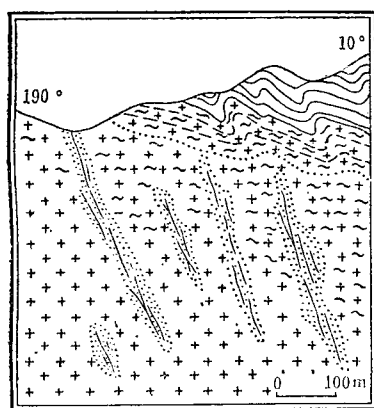


图4 细脉浸染状钨矿综合剖面图

(根据黄竹坪矿区编制)

1—变质岩；2—花岗岩化变质砂岩；3—花岗岩化花岗岩；4—片麻状混合花岗岩；5—细脉浸染状钨矿体

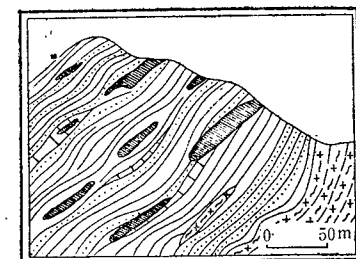


图5 矽卡岩钨矿综合剖面图

(根据下桐岭、黄竹坪、棕背山矿区编制)

剖面方向为230°-50°
1—板岩；2—混合岩化变质砂岩；3—大理岩化灰岩；4—花岗岩化变质砂岩；5—矽卡岩钨矿体

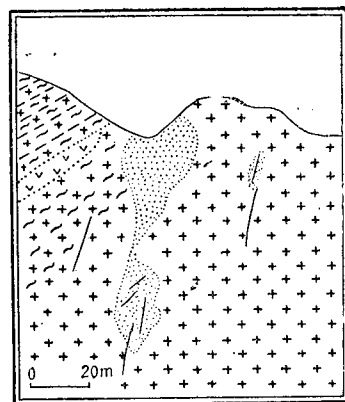


图6 花岗岩浸染状钨矿综合剖面图

(根据中村钨矿区编制)

剖面方向为310°-130°
1—花岗岩化变质砂岩；2—花岗岩化花岗岩；3—片麻状混合花岗岩；4—混合岩；5—浸染状钨矿体；6—含钨石英脉

钾长花岗岩,具片麻状构造。钨以黑钨矿为主,白钨矿次之,呈浸染状分布于花岗岩中。矿体呈透镜状、囊状,长几十到百余米,厚几十厘米到十几米,延深一般几十米,少数达150米,几个矿体可以断续连成一条线,长达几百米。矿体品位均匀,上富下贫,上部 WO_3 1—2%,下部 WO_3 0.2—0.5%。矿体下部出现细小石英脉,向细脉浸染型钨矿过渡。此外,尚有少量辉钼矿、黄铁矿等,脉石矿物与花岗岩造岩矿物一致。矿床规模为小型。

(2) 产于花岗岩内部含钨石英大脉侧的浸染状钨矿,如石门寺、浒坑。矿体规模很小,不具工业价值。主要是黑钨矿,有少许白钨矿。

(3) 产于花岗岩脉或花岗斑岩脉内的钨矿,在大湖圻、石门寺两矿区见到。主要是黑钨矿,有少量白钨矿。矿化弱,规模小,不具工业价值。

6. 石英块体钨矿

石英块体是产于变质岩层中,由变质分异作用生成的一种形态复杂,大小不一,几乎全由块状石英组成的地质体。有的石英块体局部含钨,以黑钨矿为主,白钨矿次之,同时有大量的硫化物,如黄铜矿、黄铁矿、斑铜矿、辉钼矿;此外,还见有白云母、绢云母、绿泥石等。矿体呈巢状,品位变化极大, WO_3 0—5%。这种钨矿,正规地质勘探工作很难下手,只宜边采边探。如狮子岩、石门寺矿区所见(图7)。

7. 断裂破碎带钨矿

如新安里矿区、黄竹坪矿区(图8)。钨呈黑钨矿、白钨矿产于硅化断裂破碎带中,矿化极不均匀,品位低,不具工业价值。

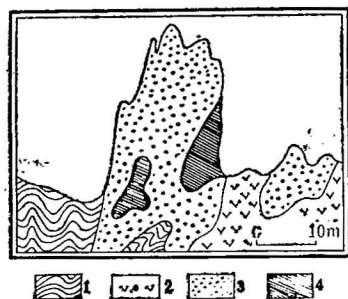


图7 石英块体钨矿综合剖面图

(根据狮子岩、石门寺矿区编制)

剖面方向为 220° — 40°

1—混合岩化变质岩; 2—条带状混合岩;
3—无矿石英体; 4—含钨石英体

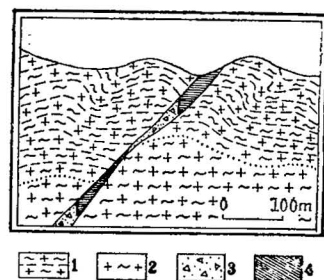


图8 断裂破碎带钨矿综合剖面图

(根据新安里、黄竹坪矿区编制)

剖面方向为 310° — 130°

1—花岗岩化变质砂岩; 2—片麻状混合花岗岩; 3—破碎带; 4—破碎带钨矿体

三、矿床特征

同传统概念中岩浆期后钨矿床相比^{[2-4], 1, 2)}, 花岗岩化钨矿具有以下地质特征。

1. 矿床与混合岩化、花岗岩化关系密切

矿床产在混合岩化与花岗岩化生成的岩石内部与附近,成矿作用的发生与混合岩化和花岗岩化作用有密切的成因联系。例如,浒坑、明月山、徐家源、青万龙山、武功山北区、武功山中区、武功山南区等几个钨矿床产于武功山混合岩田内部,而下桐岭、黄竹坪、茶店、早占龙、棕背山

1) 谢家荣, 1964, 关于研究中国钨锡矿床的几个问题。

2) 李崇佑等, 1979, 钨矿床成因类型。

表 2 黑钨矿化学成分 (%)

矿化类型	矿 区	WO ₃	FeO	MnO	TiO ₂	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Sc ₂ O ₃	TR ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	SnO ₂	Cu	合 计	纯 度*	杂 质*
花岗岩浸染状钨矿	中 村	71.5	10.81	12.76	0.10	0.22	0.015	0.002	0.017	0.48	0.054	0.028	0.030		99.616	98.67	0.237
石英网脉状钨矿	下桐岭	74.0	5.207	18.210		0.600	0.030	0.038		0.110				0.016	98.211	97.417	0.668
交代脉状钨矿	浒 坑	74.34	2.23	20.89		0.48	0.085	0.002							98.027	97.46	0.567
交代脉状钨矿	黄竹坪	74.4	7.045	16.413		0.24	0.020	0.020		0.13				0.016	98.284	97.858	0.280
充填脉状钨矿	下桐岭	74.8	4.901	20.486		0.380	0.020	0.016		0.092				0.016	100.711	100.187	0.416
充填脉状钨矿	西 坑	74.6	11.946	12.405		0.245	0.020	0.00	0.256					0.068	99.540	98.951	0.265
充填脉状钨矿	浒 坑	74.58	2.75	20.35		0.34	0.034	0.003							98.057	97.68	0.377
充填脉状钨矿	中 村	75.1	11.19	13.26	0.10	0.22	0.015	0.005	0.01	0.12	0.027	0.024	0.025		100.096	98.82	0.240

注：表中化验数据，浒坑、中村两矿区由江西省冶金地质勘探公司第二地质队化验室分析，其余由江西省冶金地质勘探公司化验室分析。表中空栏未测定。
* 纯度指 WO₃ + FeO + MnO 三项；杂质指 Nb₂O₅ + Ta₂O₅ + Sc₂O₃ 三项。

则位于武功山混合岩田东北不远。石门寺、大湖坑、蓑衣洞、茅公洞、昆山、大河里、新安里等矿床与九岭混合岩和混合花岗岩伴生。中村、金华山钨矿与芙蓉山混合岩和混合花岗岩伴生。行洛坑、西坑两个矿区及其附近也有混合岩和花岗岩化岩石分布。

2. 钨的矿化类型多及矿体分布零乱

同一矿区有两个以上的矿化类型同时出现，目前有人称这种特征为“多位一体”。如行洛坑矿区有石英脉状钨矿和石英网脉状钨矿。浒坑矿区有石英脉状钨矿、石英网脉状钨矿、花岗岩浸染状钨矿。下桐岭矿区有石英脉状钨矿、石英网脉状钨矿、砂卡岩钨矿。

关于石英脉状钨矿分布的一些传统概念，如矿区内矿体成组成带产出，大致成等距离分布，矿体产状基本稳定等在花岗岩化钨矿中都不存在，出现的是另一番景象：矿体分布零乱，规模悬殊，形态产状变化极大。

3. 成矿作用无分带性或分带性不明显

在矿床形态方面，如浒坑钨矿地表有大脉、细脉，上部中段出现厚度很大的缓倾斜矿体，同时也出现细脉，下部中段则出现大量的细小盲脉，同时也有大脉，但没有缓倾斜的厚大矿体，因此矿体形态从上到下无法分出带来。类似的情况在石门寺、金华山两矿区也遇见。上述三个矿床主要是内带的，外带的脉状钨矿也是这样。下桐岭矿区二号岩体矿段岩体外带的网脉向深部仍然为网脉，并不变成大脉。中村钨矿岩体外带的大脉向内带反而变成细脉与浸染型矿体。黄竹坪矿区岩体外带的大脉与少数网脉共同存在于一个标高上，而且大脉向上尖灭并不变成细小的石英线。

在成矿物质方面也无明显分带，如浒坑钨矿从上到下，钨、锌、硫三种主要元素的含量无明显变化。下桐岭矿区一号岩体矿段的钨、钼、铋、铍矿化从上到下也无明显变化，而且钼-铋矿体位于钨-钼-铋-铍矿体之上。石门寺矿区在地表150米深度范围内钨、钼、铜三者都同时具有很好的品位，辉钼矿大量出现的地方，黑钨矿同样大量出现。因此，硫化物的大量出现不能作为花岗岩化钨矿矿化下限的标志。此外，在花岗岩化

钨矿的多数矿体中是不存在矿体分带，唯有通过充填成因形成的那些石英脉状钨矿才具有矿体的分带性。

4. 具有交代成因的石英脉状钨矿

关于交代成因脉状钨矿的特征与证据，笔者已经作过讨论¹⁾，这里不赘述。近来在九岭、武功山、芙蓉山等地区产于花岗岩和变质岩中的石英脉状钨矿体内发现了大量的条带状构造，在这些条带状构造发育的部位找到了有意义的交代残余现象：一是交代残余物；二是交代残余构造。前一个现象中可以辨认的有重结晶石英砂岩、石英岩状砂岩以及石英片岩、长石石英片岩。后一个现象中出乎意料地发现了“水平层理”与“斜层理”。水平层理细层厚度1—3毫米，层面清晰，层面上由粉末状长石和少量泥质物组成。斜层理略显交错性质，细层与细层系的厚度为2—3毫米与1—3厘米。

5. 黑钨矿的化学成分与形成温度

对八个矿区的黑钨矿作了化学全分析，结果见表2，不同矿化类型黑钨矿的化学纯度与杂质含量见表3。从表2、表3中可见，沿着从石英网脉状钨矿→交代脉状钨矿→充填脉状钨矿，黑钨矿的化学纯度增高，杂质成分减少。

黑钨矿的形成温度见表4。从表中可见，黑钨矿形成温度有较大的变化范围，从220℃到328℃。从总体上看，沿着上述化学成分演化方向，黑钨矿的形成温度有降低的趋势。

表 3 不同矿化类型黑钨矿的化学纯度与杂质含量(%)

矿 化 类 型	纯 度	杂 质
花岗岩浸染状钨矿	98.67	0.237
石英网脉状钨矿	97.417	0.668
交代脉状钨矿	97.659	0.424
充填脉状钨矿	99.160	0.325

表 4 黑钨矿的形成温度 (℃)

矿 化 类 型	矿 区	温 度 范 围	最 佳 值
花岗岩浸染状钨矿	中 村	295—605	295
石英网脉状钨矿	石 门 寺	260—500	260
石英网脉状钨矿	下 桐 岭	280—420	280
交代脉状钨矿	黄 竹 坪	280—415	280
交代脉状钨矿	茅 公 洞	328—530	328
交代脉状钨矿	大 湖 塘	280—500	280
交代脉状钨矿	蓑 衣 洞	260—320	260
充填脉状钨矿	中 村	295—605	295
充填脉状钨矿	昆 山	260—450	260
充填脉状钨矿	西 坑	275—440	275
充填脉状钨矿	下 桐 岭	265—440	265
充填脉状钨矿	浒 坑	260—470	260
充填脉状钨矿	石 门 寺	220—470	220
石英团块钨矿	狮 子 岩	235—410	235

注：表中数据由湖南省冶金地质勘探公司研究所用爆裂法测定。

1) 王成发，1976，交代成因的脉状钨矿。地质科技，第4期。

本文在一些实际材料的基础上对花岗岩化钨矿作了阐述。显然，花岗岩化钨矿的全貌还不止于此，有待今后进一步研究。附图由杨美英同志清绘，表示感谢。

参 考 文 献

- 〔1〕 黄汲清、任纪舜、姜春发、张之孟、许志琴，1977，中国大地构造基本轮廓。地质学报，第2期。
- 〔2〕 冶金工业部原湖南、江西、广东地质分局，1959，中国南部黑钨矿脉状矿床的地质与勘探。冶金工业出版社。
- 〔3〕 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。
- 〔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）。

FURTHER DISCUSSION ON GRANITIZED TUNGSTEN DEPOSITS

Wang Chengfa

(Jiangxi Provincial Metallurgical Geological Exploration Corporation)

Abstract

Through a study of various types of tungsten deposits, the author found that the tungsten deposits in areas where granitization and migmatization were developed formed a minerogenetic series. These deposits had their own characters as compared with classic post-magmatic tungsten deposits and the tungsten mineration was associated with granitization. Therefore the author proposed the theory of granitized tungsten deposits in 1981. Recently the author has summarized and studied the geological results of these deposits in a relatively all-round way. On that basis, the author introduces the metallogenic conditions, mineralization types and characteristics of this type of deposit in the paper.

The paper suggests that the granitized deposits has the following characteristics: they are distributed in stable uplift massifs and occur in old metamorphic rocks; the main mineralization types are quartz vein tungsten deposits and quartz stockwork tungsten deposits. The deposits are closely associated with the rocks formed by migmatization and granitization. The composition of the ore is simple, the mineralization shows no zoning or the zoning is not conspicuous, and wall-rock alteration of the orebodies is weak or absent. The shape of the veined orebodies is complex or highly varied in attitude; there occur a large amount of veined metasomatic tungsten deposits.