

时将有助于碳酸盐岩层的溶解、坍塌,造成开放空间,有利于矿质沉淀和导致包括角砾岩化矿石在内的矿石和坍塌带伴生的现象。在后期构造作用挤压下,使成矿物质活化和混合卤水的不断加入,迁移至“背斜”鞍部、倒转翼和层间破碎带等有利部位沉淀、富集成矿,形成热卤水沉积—再造型层控矿床。

本次矿物包裹体研究对解释、对比西成铅锌矿田不同类型矿区矿床成因、各类矿床之间的关系和成矿物理化学条件等方面提供了许多有价值的信息,这将有助于矿田找矿勘探工作的进行。

上述矿物包裹体气相成分由王真光测定,液相成分由蒋仁棣、林淑云测定,在此一并致谢。

主要参考文献

- [1] 姜齐节等:地质与勘探,1980,第1、2期
- [2] 黄世坤:地质与勘探,1983,第7期
- [3] Wolf, K. H.: Hand book of strata-bowud and stratiform ore deposits Vol. 9, 1981
- [4] Bandham, J. P. N.: Economic geology and geotectonics, 1981

武功山成矿带钨矿成矿规律探讨

杨子江

王成发

(江西有色地质三队) (江西省有色地质勘探公司)

武功山成矿带,东起丰城县东缘,西止湘赣边界,北起浙赣铁路南侧,南止安福以北,长240公里,宽30~40公里,面积近6000平方公里。从60年代至今,本队在该地区补勘,陆续发现和勘探了三个大型钨矿床、一个大型钽铌矿床。事实证明,该地区为一有色、稀有金属成矿带。因此,对该带进行地质研究,总结成矿规律,具有重要的经济意义和理论意义。本文根据实际资料,拟着重探讨钨矿成矿规律,不妥之处,请批评指正。

成矿地质条件

1. 地层 主要由震旦系至寒武系一套浅变质的泥砂质碎屑岩组成,具炭质、钙质及火山物质夹层。有千枚岩、变质砂岩及片岩,局部夹碳酸盐岩和炭质页岩。主要走向北东—南西,倾向南东或北西,倾角中等。震旦系下部由于火山作

用给沉积岩层带来金属物质,是成矿的物质基础,很可能是钨元素富集的初始矿源层(表1)。

2. 构造 武功山成矿带为加里东晚期隆起,大地构造位置属华南加里东褶皱带,武功山隆起区。次级构造大致由西向东有四个褶皱构造单元。即:东桥复式倒转背斜、武功山复背斜、神山倒转复式背斜、海源—店下复式背斜。褶皱轴向,东西两端以北东为主,中部以北东东或东西为主。断裂构造总的特点是北北东向断裂在成矿带东西两端发育,北东、北西及南北向断层在成矿带中部发育。分布于成矿带四周的周边断裂控制了成矿带的范围,隆起区的多数部位,以此与相邻的坳陷区分开(图1)。北东东向构造和北东向构造的相交部位,次级短轴背斜发育,花岗岩的侵入定位、钨矿的形成多在这些部位。

3. 岩浆岩 依据岩石类型与岩体时代,岩浆岩可大致分为四个大类:

(1) 基性熔岩出现于九岭期,系海底喷发形成,岩性为玄武质熔岩,目前只见彭坊岩体一处,面积20平方公里,岩体产状不清。

武功山成矿带地层含钨量的比较 表1

地层	九岭双桥山群变质岩 ^①	震旦—寒武系变质岩 ^①	震旦系变质岩	震旦系老虎塘组
工作者	许 静	朱炎令	冶金部南岭组	本 队
ppm	20~75	40	11.62	10~30

①刘家园:江西花岗岩类的构造演化与钨矿的成矿,1983年。

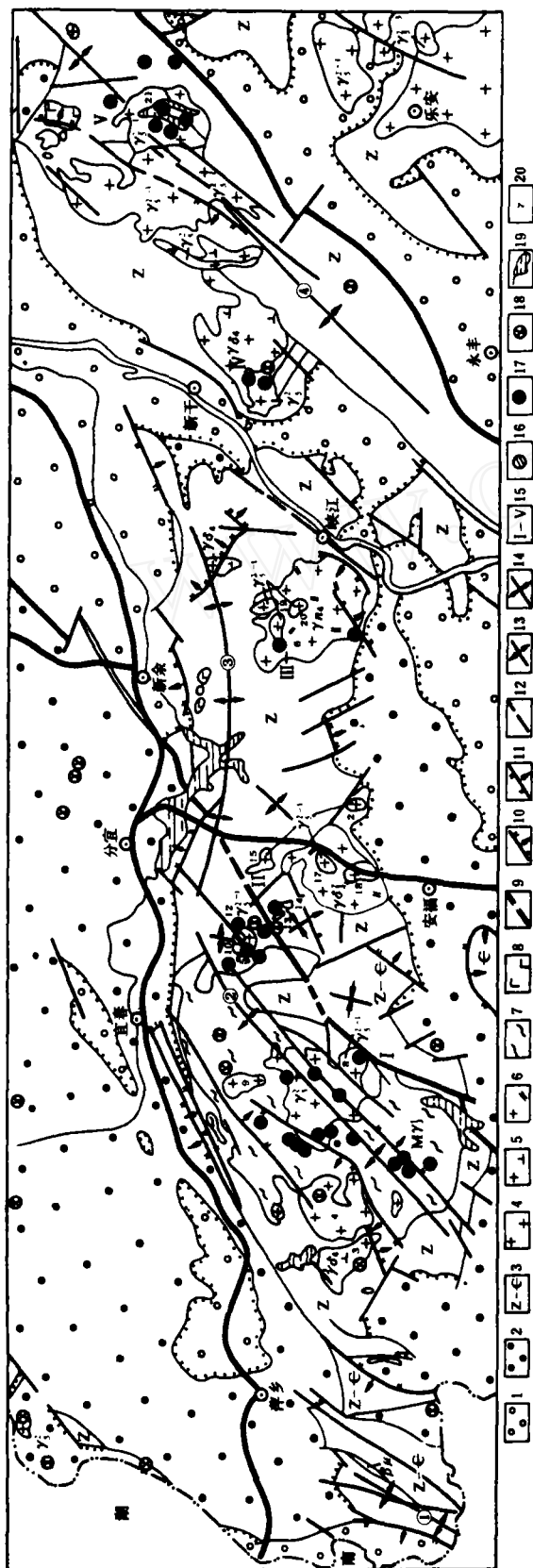


图1 武功山成矿带地质构造略图

1—J—Q砂岩、砾岩、火山岩，2—D—T砂页岩、灰岩、煤层，3—Z—C浅变质砂岩、千枚岩、板岩夹火山碎屑岩、铁矿层、含锰灰岩，4—(碱长)花岗岩；5—闪长花岗岩，6—二长花岗岩，7—混合岩，8—基性熔岩，9—主干断裂，10—正断层，11—逆断层，12—性质不明断层，13—背斜编号、轴向及倾向；14—向斜轴，15—矿田位置及编号，16—钼矿床，17—钨矿床(点)，18—铜铅锌矿床(点)，19—水库及河流，20—岩体编号，21—燕山早期，22—燕山期， γ_1^1 —海西期， $M7_1^1$ —加里东早期混合岩， γ_2^1 —加里东晚期， β_1 —辉绿岩脉， ϵ —寒武系，Z—震旦系，Z—C—震旦—寒武系

(2)混合岩类形成于加里东早期，经贵阳地化所用K—Ar法对黑云母测定，同位素年龄为411百万年。武功山混合岩为其代表，面积为860平方公里，呈岩基产出。其他各处，分布零星。

(3)花岗岩类包括加里东晚期至燕山早期形成的全部岩体。从早到晚有加里东期二长花岗岩，海西期闪长花岗岩、二长花岗岩和广泛发育的燕山期闪长花岗岩、二长花岗岩、碱长花岗岩。图2是根据22个岩体的化学成分，利用朱为方化学计算法进行分类命名，并投影于O—A—P图上。

(4)基性和超基性岩脉分布零星。基性熔岩和基性超基性岩脉、岩体数量少，零星分布，未发现矿化。混合岩类同花岗岩类是矿带内的主要岩浆岩，与W，Mo，Bi，Nb，Ta等的成矿作用有密切的成因联系。

4.围岩蚀变 围岩蚀变不发育，主要有钠长石化、钾长石化、锂云母化、黄玉化、云英岩化、夕卡岩化和硅化。钠长石化、锂云母化、黄玉化发育于花岗岩内带，与Nb，Ta矿化关系密切，有明显的垂直分带现象。云英岩化、白云母化、钾长石化、夕卡岩化在岩体接触带及其

⑤石英脉型钨矿（大脉型、细脉网脉带型）

上述分类,除伟晶岩型尚未发现独立矿床外,余者均有成型矿床存在。

钨矿成矿规律的探讨

1. 矿床紧紧围绕花岗岩类小岩体分布

花岗岩类岩石是成矿带内出露最多的岩浆岩。据不完全统计有大小岩体26个,总面积达1211平方公里,占区内岩浆岩总面积的58%,占矿带面积的20%。钨矿床的形成受花岗岩体的严格控制,特别是与燕山早期酸性—超酸性花岗岩类有直接的成因联系和空间关系。就产状而言(表2),花岗岩岩基、岩株、岩枝、岩滴均有,以小岩体为主。成矿与燕山早期小花岗岩体有源属关系。同位素年龄为137~158.8百万年。岩石类型比较简单,但岩性变化较大,形态产状均较复杂。据朱氏计算定名分类法,成矿由早到晚,见有从黑云母闪长花岗岩—黑云母、白云母二长花岗岩—二云母二长花岗岩—二云母碱长花岗岩—白云母碱长花岗岩的演化。因构造条件、成矿环境和物理化学条件不同,各自形成Nb, Ta, W, Mo, Bi (Be)矿床。除了岩浆岩本身的成矿专属性、酸碱度和含矿性的自身属性外,花岗岩有明显的演化规律。随花岗岩的发展演化,出现一系列有成因联系的矿床。武功山成矿带,在石英脉型钨矿床附近及其深部,发现云英岩型、夕卡岩型、花岗岩型钨矿床的规律不是偶然的。矿床地质研究证实,几乎所有钨矿床均产在花岗岩体的内外接触带及其附近1~2公里处,很少超出这个范围,远离岩体或接触带找到钨矿床,尚未见到报道。主要工业矿床大多在内接触带,外接触带次之,远离岩体矿化逐渐消失。这里有二个条件,即成矿在相对封闭的条件和相对开放的条件。因成矿环境不同,物理化学条件各异,成矿物质依其自身的地球化学属性而形成不同的矿床类型,而多数形成隐伏矿体或盲脉。即在相对封闭的条件下,生成花岗岩型→伟晶岩型矿床;而在相对开放的条件下,生成云英岩型→夕卡岩型→石英脉型矿床。同时,这几种矿化类型的演化也可以在一个矿区内同时出现。

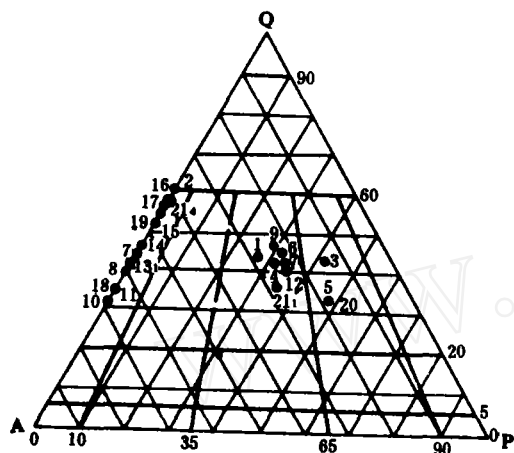


图2 武功山钨矿带花岗岩类自然矿物的岩石化学换算分类命名在Q—A—P图上的投影
(据朱氏分类法,图中数字所代表的岩石名称同表2)

Q—石英; A—碱长石; P—斜长石

附近,与W、Mo、Bi矿化关系密切,具不明显的水平分带现象,即围绕花岗岩体内带主要是钠长石化、钾长石化、云英岩化、白云母化,接触带及附近主要是夕卡岩化和硅化。

5. 矿产概况及主要类型 除铁以外,成矿带内的已知金属矿化有W、Mo、Bi、Nb、Ta、Cu、Pb、Zn、(Sn、Ag)。按成矿条件和地质特征将该带划分为I、II、III、IV、V等五个钨矿田。而以1、2、5钨矿床最有工业价值,其余工业意义不大。

根据成矿物质来源、成矿作用性质、成矿地质环境,将武功山成矿带钨矿分为二类五型:

(1) 岩浆晚期一期后分异、交代矿床

① 花岗岩型钨矿

② 花岗伟晶岩型钨矿

(2) 岩浆期后气液矿床

③ 云英岩型钨矿

④ 夕卡岩型钨矿

表 2

武功山成矿带部分花岗岩体产状情况表 *

岩体 编号	期次	岩名	体称	朱为方化学计算法 分类定名	代号	面积 (km ²)	产状	同位素年龄 (百万年)	形成 深度	矿化	接触关系
1	加东 里期	山庄岩体		黑云母白云母二长花岗岩	$\gamma\delta_1^2$	120	岩基	286	中深成		侵入于震旦系松山群, 为泥盆系所覆 盖侵入于震旦系松山群里坑组
2		尼山岩体		白云母富石英花岗岩	$\gamma\delta_2^2$	1.5	岩基		中深成		
3	海	张家坊岩体		二云母闪长花岗岩	$\gamma\delta_4$	40	岩基	246~249	中深成		侵入于震旦系松山群
4	西	新泉岩体		黑云母白云母二长花岗岩	γ_4	约 96	岩基		中深成		侵入于武功山混合岩及震旦系
5	期	上辉岩体		黑云母白云母二长花岗岩	$\gamma\delta_4$	< 1	岩基	261~270	中深成		侵入于震旦系
6		罗田(城上)岩体		黑云母白云母二长花岗岩	$\gamma\eta_4$	190	岩基		中深成		侵入于震旦系及泥盆系中
7		青万龙山岩体		黑云母白云母二长花岗岩	γ_7^2	135	岩基		中深成	W, Cu	定位于武功山混合岩
7 ₁		明月山岩体		黑云母白云母碱长花岗岩	γ_7^2	不清	岩基		中深成	W	"
8	燕	游坑岩体		二云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	10	岩基	158.8	中深成	W	侵入于青万龙山岩体及震旦系中
9		江源岩体		黑云母白云母二长花岗岩	γ_7^{2-1}	20	岩基		中深成	Nb, Ta, W, Mo	侵入于震旦系及武功山混合岩中
10		雅山岩体		黄玉绿辉云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	9.5	岩基	137~157	中深成	W, Mo	"
11		茶店岩体		二云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	不清	岩基		中深成	W, Mo	隐伏岩体
12	山	黄竹坪岩体		二云母二长花岗岩	γ_7^{2-1}	0.065	岩基		中深成	W, Mo	侵入于震旦系变质岩中
13 ₁		下桐岭 I 号岩体		白云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	0.17	岩基(桶状)		中深成	W, Mo, Bi (Be)	侵入于震旦系变质岩中
14		下桐岭 II 号岩体		白云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	0.08	岩基(桶状)		中深成	W, Mo	"
15	早	铁顶山(武元)岩体		白云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	1	岩基		中深成	"	"
16		大坑岩体		白云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	不清	岩基		不清	"	"
17		防里岩体		白云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	1.5	岩基		中深成	"	侵入于山庄岩体内
18	期	伊溪岩体		白云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	2	岩基		中深成	W, Sn	侵入于山庄岩体内被泥盆系所覆盖
19		西坑岩体		白云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	4	岩基		中深成	W, Cu	侵入于罗田岩体内
20		陆北岩体		黑云母白云母二长花岗岩	γ_7^{2-1}	< 1	岩基	140	中深成	W, Cu	侵入于 T ₁ 大冶组中
21 ₁		徐山岩体		黑云母白云母二长花岗岩	γ_7^{2-1}	86	岩基		中深成	W, Cu	侵入于震旦系, T ₃ 地层中
21 ₄		徐山花岗岩型钨矿		白云母碱长花岗岩	γ_7^{2-1}	86	岩基		中深成	W, Cu	"

* 部分资料取自区测报告, 其余为本队资料; 同位素年龄取自区测报告, 南京大学、桂林冶金地质研究所、贵阳地化所和本队。

2. 矿田分布的等间距性 表3是成矿带各钨矿田内的矿床数、矿点数、矿化类型及矿田间的距离。统计表明,各矿田间的距离大致相同。

I—II—III—IV—V钨矿田之间的距离分别为30—40—40—50公里,平均40公里。以花岗岩体为中心,成矿元素在成矿过程中亦围绕岩体作带状分布,形成一定的矿床组合、矿物组合和元素组合,这是成矿作用在构造条件下的必然产物。

3. 花岗岩内矿化类型的变化规律 武功山成矿带内,产于花岗岩体中的矿化类型有:石英脉状钨矿,石英细脉、网脉状钨矿,花岗岩型浸染状钨矿。这三种矿化类型为该带主要的钨矿床,工业价值最大,且多以盲矿体为主,矿化强度大。但由西向东具有明显的变化规律。表4说明,三种类型的钨矿床,由西向东矿化强度由1.645→0.251%,总的矿化强度变弱。石英脉状

钨矿由西向东,矿化强度由大型→不具工业价值的矿化;矿化深度由1000→100米,深度变浅;脉少甚至无工业价值。石英细脉—网脉状钨矿,由西向东,由1→2→5等钨矿、矿化强度及规模均由小→大→无的变化,这是另一种情况。

花岗岩型浸染状钨矿由西向东,由仅具矿化现象的I矿田到形成工业矿体的V矿田,平均矿化强度由弱到强,并具大中型规模。

三种矿化类型,在花岗岩内的矿化深度变化区间,由西向东从1000米到200米,矿化深度有由深变浅的趋势,这对找矿勘探和成矿预测是一个重要信息。

4. 变质岩内矿化类型的变化 表5说明,产于变质岩内的钨矿化类型有:石英脉型钨矿(即大脉型和细网脉型钨矿)和夕卡岩型钨矿,它们均有不同程度的工业价值,亦有明显的变化

武功山成矿带各钨矿田矿床矿点矿化类型矿田间距统计表

表3

项 目	I	II	III	IV	V
矿 床 数	5	4	1		2
矿 点 数	9	3	1	2	6
矿化类型	石英脉型(大脉型、网脉型)、花岗岩型	石英脉型(大脉型、细脉网脉型)、夕卡岩型	石英脉型	石英脉型	花岗岩型、石英脉型、夕卡岩型
矿田间距(公里)	30		40	40	50

花岗岩体内钨矿化类型的变化

表4

项 目	I			II			III			IV			V		
	大脉型	网脉型	浸染型	大脉型	细网脉型	浸染型	大脉型	网脉型	浸染型	大脉型	网脉型	浸染型	大脉型	网脉型	浸染型
矿化强度(%)	1.645	0.35	矿化	矿化	0.225	矿化	0.48	—	—	矿化	—	—	矿化	矿化	0.251
矿化区间(M)	7000~1000	50~60	不规则	—	355~670	—	30~50	—	—	130	—	—	100	浅	200
矿床规模	大 型	小 型		—	大 型	—	小型	—	—	矿点	—	—	矿化		大中型
产出部位	盲矿脉为主	地表出露		地表	地 表		地表	—	—	地表	—	—	盲脉		隐伏盲矿

变质岩内钨矿化类型的变化

表5

项 目	I			II			V		
	大脉型	网脉型	夕卡岩型	大脉型	网脉型	夕卡岩型	大脉型	网脉型	夕卡岩型
矿化强度(%)	矿 化	无	无	0.867	0.210	0.1~0.3	0.635	矿化	0.34
矿化区间(m)	30	—	—	401	300~500	100	300~700	—	100
矿床规模	无价值	—	—	小 型	大 型	小 型	大中型	—	中小型
产出部位	地表脉			地 表 出 露			地表脉	隐 伏	

表 6

黑 钨 矿 化 学 成 分 (%)

样号	矿田名称	矿床名称	矿床类型	WO ₃	FeO	MnO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Sc ₂ O ₃	TiO ₂	TR ₂ O ₃	CaO	Al ₂ O ₃	SnO ₂	BeO	Cu	Zn	总量
化 1	I	洪坑	充填石英脉状钨矿	74.4	1.532	21.145	0.250	0.020	0.000			0.122				0.020	0.0160	97.505
化 2	II	下桐岭	交代石英脉状钨矿	74.8	4.901	20.486	0.380	0.020	0.016			0.092				0.016	0.016	100.727
化 3		"	石英网脉状钨矿	74.0	5.207	18.210	0.600	0.030	0.038			0.110				0.016	0.0126	98.224
化 4		黄竹坪	交代石英脉状钨矿	74.4	7.045	16.413	0.240	0.020	0.0200			0.130				0.016	0.0110	98.295
化 5	III	西坑	充填石英脉状钨矿	74.6	11.945	12.406	0.245	0.020	0.000			0.256				0.068	0.0171	99.558
普 1	IV*	徐山	花岗岩型钨矿	73.4	12.61	9.15	1.04	0.40	0.003	0.15	0.083	2.56	0.105	0.10	0.208			99.626
普 2		徐山	夕卡岩型钨矿	74.6	12.80	10.40	0.16	0.04	0.001	0.10	0.034	0.48	0.027	0.035	0.028			98.705
普 3		徐山	充填石英脉状钨矿	75.6	13.00	10.88	0.05	0	0.003	0.10	0.024	0.48	0.027	0.025	0.028			100.217

*由江西冶金地质二队化验室分析,其余由江西冶金公司化验室分析,空栏未分析。

表 7

黑 钨 矿 分 子 式 及 其 原 子 数

样号	分 子 式	Fe	Mn	Ca	W	杂质*	W/杂质	O
化 1	(Fe, Mn, Ca) _{0.998} [W, Nb, Ta, Sc] _{1.002} O _{4.001}	0.069	0.925	0.007	0.996	0.006	166.0	4.001
化 2	(Fe, Mn, Ca) _{1.075} [W, Nb, Ta, Sc] _{0.925} O _{4.000}	0.204	0.866	0.005	0.967	0.011	87.9	4.000
化 3	(Fe, Mn, Ca) _{1.017} [W, Nb, Ta, Sc] _{0.983} O _{4.000}	0.222	0.789	0.006	0.980	0.018	54.4	4.000
化 4	(Fe, Mn, Ca) _{1.020} [W, Nb, Ta, Sc] _{0.980} O _{4.000}	0.301	0.712	0.007	0.987	0.008	123.3	4.000
化 5	(Fe, Mn, Ca) _{1.051} [W, Nb, Ta, Sc] _{0.949} O _{4.001}	0.505	0.532	0.014	0.978	0.006	163.0	4.001
普 1	(Fe, Mn, Ca) _{1.049} [W, Nb, Ta, TR, Ti, Sn] _{0.951} O _{4.000}	0.525	0.387	0.137	0.949	0.038	25.0	4.000
普 2	(Fe, Mn, Ca) _{1.019} [W, Nb, Ta, TR, Ti, Sn] _{0.981} O _{3.998}	0.544	0.448	0.026	0.984	0.012	82.0	3.998
普 3	(Fe, Mn, Ca) _{1.035} [W, Nb, Ta, TR, Ti, Sn] _{0.965} O _{4.002}	0.545	0.461	0.026	0.983	0.007	140.2	4.002

*杂质包括Nb, Ta, Sc, TR, Ti, Sn。

规律。成矿带内夕卡岩型钨矿化由西向东,在Ⅰ矿田几乎没有矿化,向东经Ⅱ矿田至Ⅴ矿田,逐渐形成矿化体和工业矿床。大脉型钨矿由西向东,由Ⅰ矿田的矿化,经Ⅱ矿田的小型规模,至Ⅴ矿田的中大型规模。几种矿化类型在变质岩内矿化区间的变化,由西向东由30~700米,亦由浅变深,与该成矿带花岗岩内钨矿化类型的变化,似有相反相成的趋势,值得找矿勘探中注意。

应当指出,成矿带内大脉成组,细脉、网脉成带,形成不同类型的矿床,均受矿田内局部成矿构造的控制。不同矿化类型和构造因素的相互叠加,可出现富厚的工业矿体。这里有几种不同的情况:

- (1)不同产状的构造裂隙或裂隙带的叠加;
- (2)构造裂隙带与矿化夕卡岩体的叠加;
- (3)成矿裂隙、夕卡岩体和成矿花岗岩“三位一体”。

构造叠加,矿化强度由此而增强,称之为构造成矿的最佳部位。花岗岩枝分支凹部或花岗岩前缘岩舌,是寻找隐伏矿体和盲脉的良好线索。

5. 黑钨矿化学成分的变化规律 对成矿带上4个钨矿田8个黑钨矿样品作单矿物全分析,并计算其分子式和原子数,结果列于表6、7。黑钨矿分子式中二价阳离子的原子数的变化,是成矿带区域地球化学特征和成矿条件标量的反映。成矿带上从西向东黑钨矿锰原子数量从0.925~0.433,逐渐减少,铁原子数从0.066~0.538,逐渐增多。这种黑钨矿中铁、锰原子数量的变化,说明成矿时西端是富锰的地球化学环境,向东逐渐变为富铁的地球化学环境。而钙原子的变化不连续,是突变的。西端的Ⅰ和Ⅱ钨矿田贫钙,原子数为0.05~0.007左右;而东端的Ⅲ和Ⅴ钨矿田,其钙原子数量成倍增加,为0.137~0.026。这反映成矿带东端是富钙的。对具体矿床或地区而言,黑钨矿中锰、铁含量可以随深度的增加而改变。

沿着花岗岩型钨矿→夕卡岩型钨矿→交代石英脉状钨矿→充填石英脉状钨矿的方向,黑钨矿中W原子数由0.949→0.984→0.978→0.986逐渐增加,杂质成分(Nb⁵⁺, Ta⁵⁺, Ti⁴⁺, Sn⁴⁺,

Sc³⁺等)减少,从0.038~0.007。W与杂质成分的比值明显增大,从25.0→156.4。不难发现,夕卡岩型钨矿与交代石英脉状钨矿,在上述三个特征数字上基本相近,成矿作用亦相似,都是在变质岩基础上通过交代作用生成的。所以,成矿带上钨的成矿作用就只可以划分为三种类型,即:花岗岩内的交代成矿作用,形成花岗岩型钨矿;变质岩的交代成矿作用,形成夕卡岩型钨矿与交代石英脉状钨矿;沿裂隙的充填作用,围岩有花岗岩、变质岩,形成充填石英脉状钨矿。高价阳离子沿着三种成矿作用的方向,黑钨矿中W原子越来越多,杂质成分的原子越来越少,W与杂质成分的比值越来越大,说明成矿带内黑钨矿的纯度越来越高。黑钨矿有岩浆成矿向热液成矿方向演化的特点。

研究上述三种成矿作用中黑钨矿的氧原子数量发现,花岗岩内的交代成矿作用,氧原子数量为4.000;变质岩内的交代成矿作用,氧原子数量为3.9995,近似于4.000;而沿裂隙的充填成矿作用,氧原子数量为4.0013,近似于4.001。显示充填成矿作用有足够的成矿空间,氧逸度较高,而交代成矿作用没有足够的空间,氧逸度较低,两者相比,后者为相对封闭系统,前者为相对的半开放系统,成矿作用由相对封闭向相对开放转化。

6. 黑钨矿形成温度的变化 在成矿带内8个黑钨矿样品中,除了一个夕卡岩钨矿外,其余全部用同一个样品作了爆裂法包裹体测温(表8)。不同成矿作用的黑钨矿,具有不同的形成温度,如表9所示,沿着从花岗岩内的交代成矿作用→

黑钨矿测温资料(℃)* 表8

样号	爆裂区间	区间差值	爆裂温度
化1	260—470	210	260
化2	265—440	175	265
化3	280—420	140	280
化4	280—415	135	280
化5	275—440	165	275
普1	290—410	120	290
普3	280—460	180	280

*由湖南冶金地质研究所张泳琴测定

不同成矿作用黑钨矿的形成温度(℃)表9

成矿作用 类型	花岗岩内的 交代成矿作用	变质岩内的 交代成矿作用	沿裂隙的充填 成矿作用
爆裂温度	290	275	272
爆裂区间	120	150	185

变质岩内的交代成矿作用→沿裂隙的充填成矿作用的演化,黑钨矿的形成温度由高到低,而爆裂区间的差值从小变大,表明花岗岩内的黑钨矿是在较高温度条件下,通过交代作用生成的,并且成矿空间内的温差较小,成矿温度较稳定。而沿裂隙发育的黑钨矿,是在比较低的温度下,通过充填成矿作用生成的,且成矿空间内的温差较大,成矿温度不稳定。变质岩内的交代成矿作用则介于其间。

矿床成因与成矿模式

1.作北东东向展布的成矿带与北东向断裂等间距相交,是矿田等间距分布的原因,而成矿带各钨矿田内矿床脉体方向由西向东为东西→北西→北东,是矿田内局部构造所引起。该成矿带是一个典型的北东东向构造带,形成于加里东早期。从加里东晚期开始,为一古隆起,是一个均质的地块,构造的等距性与应力的分布和岩块的均质性等因素有关(这是个复杂问题,目前研究不够)。刚硬的古陆地块受到强烈的断裂运动,形成大量的断裂构造,但并未破坏原生的北东东向构造的主要构造轮廓,至燕山期沿成矿带东西两端开始北东向断裂发育,构成东西两端北东向断裂发育的原因。在北东向断裂与北东东向成矿带等间距相交处,受其控制的岩体侵入定位,矿田矿床相应出现等间距性沿岩体分布,而成矿带中部各矿田矿床局部构造亦显得复杂。

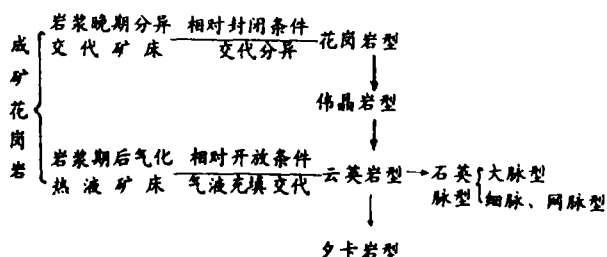
2.矿田分布的地质前提的规律性变化,是引起上述规律的另一原因。武功山成矿带各钨矿田由西向东,有着不同的地质前提,Ⅰ矿田位于武功山复背斜的轴部南缘,混合岩田的内部,Ⅱ矿田产于武功山复背斜向东倾伏和神山复式倒转背斜向西倾伏的交汇部位,北东向构造和东西向构造线的转折交截处,武功山混合岩田的边缘,Ⅲ

矿田位于神山复式倒转背斜的南东翼部,Ⅳ和Ⅴ矿田位于海源—店下复式背斜的轴部、侧翼,均远离混合岩田。虽然该带各矿田由西→东,矿田分布由混合岩田内部→混合岩田边缘→远离混合岩田。它们与混合岩田的距离不同,地质环境不相同,由混合岩化→花岗岩化的程度不同,所以成矿作用,矿床成因,矿化类型及强度,黑钨矿成分的变化及成矿温度均显出规律性的变化。

3.武功山成矿带各钨矿田,矿床形成深度的不同,亦是引起上述规律的原因。该成矿带钨矿田由西向东,矿床的形成深度的相对变化由深→中等→浅,显然这仅是一个统计规律,相对概念。

4.武功山成矿带钨矿床的形成均与花岗岩类岩石关系密切。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)中富集,然而能够形成工业矿床的,则仅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成矿作用。我们提出与钨矿床形成有关的花岗岩类岩石有三种,即与岩浆侵入作用有关的花岗岩类岩石;与花岗岩化有关的花岗岩类岩石;与火山—潜火山作用有关的花岗岩类岩石。它们均可称为成矿花岗岩。武功山成矿带各钨矿田的研究发现,由混合岩→交代花岗岩→成矿花岗岩,显示了成矿花岗岩与加里东早期交代花岗岩,混合岩在物质上的活化转移关系,而岩浆侵入作用形成的那部分花岗岩类岩石的面貌很难绝对弄清。

武功山成矿带钨矿床的成矿模式如下:



参考文献

- [1] 朱为方等: 花岗岩类自然矿物岩石化学换算法及其应用, 贵州人民出版社, 1983年
- [2] 王成发: 地质论评, 1984, 第30卷, 第3期