江西徐山钨矿床地球化学异常特征

万大理

（江西有色地勘局五队·余江）

本文叙述了江西徐山钨矿床地质地球化学特征，着重讨论了地球化学异常分带和异常模式。概括出该矿床的地球化学预测标志。

关键词 钨矿床；地球化学特征；异常模式

地质地球化学特征

徐山钨矿区位于华南褶皱带北缘，武功山隆起东端黄金岭—老虎山向斜轴部。区内出露前震旦系上部一套浅变质岩系。岩浆活动频繁，与成矿关系密切的燕山早期黑云母花岗岩为隐伏岩体。矿区东部的北东向黄金岭—老虎山向斜的轴部，是隐伏黑云母花岗岩的侵入空间和含矿溶液通道；北东40～75°断裂带为容矿构造。钨矿化面积约1km^2，有3种类型：石英脉型、夕卡岩型和花岗岩型。石英脉型钨矿产于外接触带的变质岩中，按含矿石英脉集中程度和相对位置，分为南、中、北3组矿脉带，矿化出露地表。夕卡岩型钨矿产于外接触带局部含钙的变质岩里的夕卡岩中。花岗岩型钨矿产于内接触带黑云母花岗岩顶部。3种矿化类型的蚀变与矿化特征是：从黑云母花岗岩顶部内接触带往上、往北东方向（往上伴随北西向）依次出现：微斜长石化、钠长石化、云英岩化、电气石化带，花岗岩型钨矿矿化带→硅化、夕卡岩化、电气石化、黄铁矿化带，夕卡岩型和石英脉型钨矿化重叠带→硅化、电气石化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化带，石英脉型钨矿前缘细脉带。主要工业矿物有黑钨矿、白钨矿、黄铜矿、黄铁矿。

1．地层中微量元素含量特征（表1）

从表1看出：在含矿千枚状粉砂岩中，Ag、As、Bi、Cu、Sn、W、Zn含量偏高，在其他岩性中各元素含量分配较均匀；成矿主元素W，在各岩性中比克拉克值高出10倍以上；Ni、V明显低于克拉克值。

2．岩浆岩中微量元素含量特征（表2）

从表2可知：黑云母花岗岩中Ag、As、Bi、Cu、Sn含量高出维氏酸性岩（花岗岩型）几倍到上百倍，W也高出约10倍；其他元素近似或低于维氏酸性岩。

3．矿石中元素组合及相关性

石英脉型钨矿元素组合为W、Sn、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Bi、Cr，特征元素（一个元素的异常就能反映矿体位置和矿化类型）为Cr；W—Sn，W—Cu，W—Zn，Cu—Zn，Pb—Zn相关性显著，W—Pb相关性不显著。夕卡岩型钨矿元素组合为W、Sn、Cu、Pb、Zn、Ag、Bi、Be，特征元素为Be；W—Cu，Pb—Zn相关性显著，W—Pb，W—Zn相关性不显著。花岗岩型钨矿元素组合为W、Sn、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Bi、Mo，特征元素为Mo；Cu—Zn，Pb—Zn相关性显著，W—Sn，W—Pb，W—Zn相关性不显著。因此，根据元素组合及其相关性，可鉴别3种矿化类型。

黑钨矿、白钨矿、黄铜矿、黄铁矿是本矿床3种矿化类型的主要工业矿物。矿石中W、Cu、Ag含量高，W达工业品位，Cu、Ag达综合利用品位，其他有异常显示的元素均为伴生元素。Ag的载体矿物为黄铜矿与黄铁矿。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

地层岩石中微量元素含量（ppm） 表 1

岩 性	Ag	As	Bi	Cu	Cr	Mo	Pb	Sn	W	Zn	Be	Sb	Ni	V	样品数
含矿千枚状粉砂岩	0.6	270	18	389	<100	<2	<10	96	166	171	<10	<20	<10	<50	34
千枚状粉砂岩	<0.2	64	<10	121	<100	<2	22	13	21	119	<10	<20	<10	<50	30
变质砂岩	0.2	49	12	117	<100	<2	25	49	39	98	<10	<20	<10	<50	50
千枚岩	<0.2	144	<10	128	<100	<2	28	<10	23	114	<10	<20	<10	<50	27
克拉克值	0.07	1.7	0.009	47	83	1.1	16	25	1.3	83	3.8	0.5	58	90	

岩浆岩中微量元素含量（ppm） 表 2

岩 性	Ag	As	Bi	Cu	Cr	Mo	Pb	Sn	W	Zn	Be	Sb	Ni	V	样品数
黑云母花岗岩	0.5	55	11	51	<100	2	20	22	17	62	<10	<10	<10	<50	32
维氏酸性岩	0.05	1.5	0.01	20	25	1	20	3	1.5	60	5.6	0.26	8	40	

4. 元素分带及硫同位素组成特征

地表次生晕元素分带序列（由南西往北东）为：W→Cu→Sn→Ag→As→Zn→Pb→F→Hg；钻孔原生晕元素分带序列（自下而上）为：W→Mo→Bi→Cu→Sn→Ag→Be→Cr→As→Pb→Zn（钻孔原生晕样品，本队未分析F、Hg，收集本局三队资料未分析As、F、Hg）。总体分带特征是：W、Mo、Bi、Cu（Sn、Ag、As）在内带（下部），W、Cu、Ag、Be、Sn、Cr（Bi、As）在中带（中部），Pb、Zn、As、W、Sn（Cu、Ag、Cr、Bi及地表次生晕生中F、Hg）在外带（上部）。

对石英脉型和花岗岩型钨矿中的金属硫化物作了硫同位素测定（表3）。

结果表明：硫同位素组成均一，且集中于零值附近，具有陨石硫同位素组成特征，说明成矿物质主要来自地壳深部或上地幔。

硫同位素组成 表 3

矿化类型	样数	比值	组成	变化范围	
		$^{32}S/^{34}S$	$\delta^{34}S$(‰)	$^{32}S/^{34}S$	$\delta^{34}S$(‰)
石英脉型钨矿	10	22.149	0.32	0.23	0.24～0.43
花岗岩型钨矿	5	22.163	0.26	0.4	0.1～0.47

注：①表3资料来源本局三队；

②1962年国际统一规定把陨石$^{32}S/^{34}S=22.220$作为标准$\delta^{34}S=0$。

矿床地球化学异常模式

1. 次生晕异常特征

地表次生晕元素组合为W、Cu、Sn、Ag、As、Zn、Pb、F、Hg，异常呈椭圆形，轴向北东，与石英脉型钨矿脉走向一致，异常面积约3km²，比矿化范围大3倍。W、Sn外带异常基本反映矿床的位置和范围，Cu、Ag（外带）异常大体反映矿化范围，W内带异常反映石英脉型钨矿脉在地表的出露部位，As、Zn、Pb、F、Hg异常主要发育在矿床前缘部位。

2. 原生晕异常特征

原生晕异常自隐伏黑云母花岗岩体顶部向上及北东方向延伸（图1），元素组合有W、Mo、Bi、Cu、Sn、Ag、Be、Cr、As、Zn、Pb（Bi异常连续性差，As只分析部分样品，Pb异常弱而零星，故未作图）。从图1可见，W、Sn、Cu、Ag异常强度较大，其外浓度带（W120～240、Sn 30～60、Cu150～300、Ag1～2ppm）基本反映矿床范围；中浓度带（W 240～280、Sn 60～120、Cu300～600、Ag2～4ppm）反映矿

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

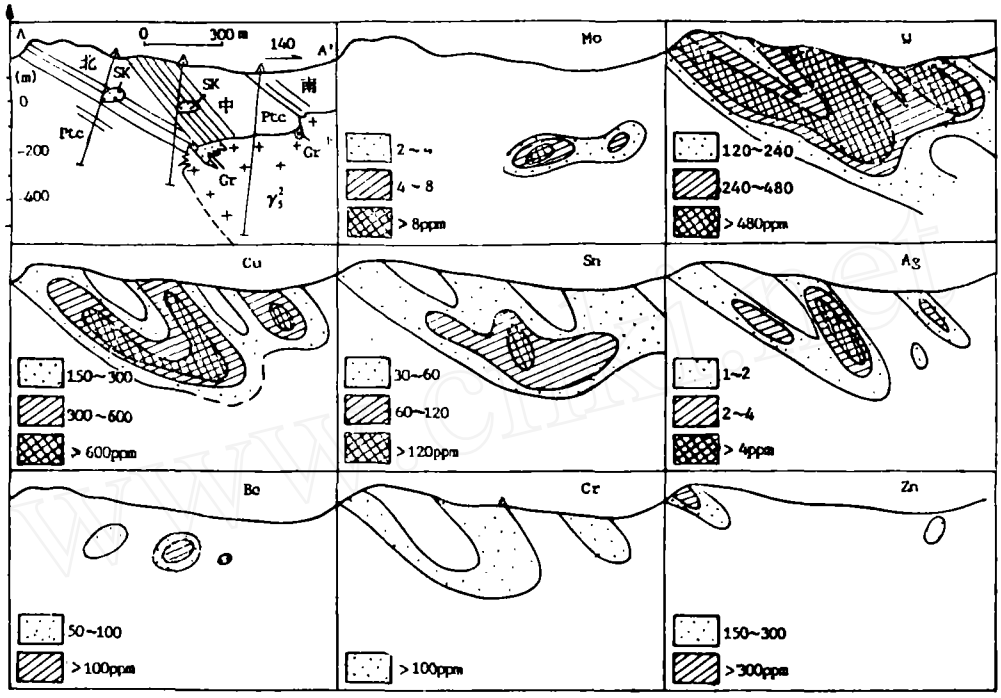

图 1 徐山矿区 0 线钻孔岩石地球化学异常剖面

Ptc—震旦系板溪群上部浅变质岩系；γ_5^2—燕山早期黑云母花岗岩；Gr—花岗岩型钨矿；SK（Ⅰ、Ⅱ）—夕卡岩型钨矿；（北、中、南表示石英脉型钨矿三组矿脉带）

化地质体；W、Cu、Ag内浓度带（W>480、Cu>600、Ag>4ppm）反映矿体、矿脉带位置。特征元素Mo异常（>2ppm），反映花岗岩型钨矿体部位；Be异常（>50ppm），反映夕卡岩型钨矿体部位；Cr异常（>100ppm），则反映石英脉型钨矿脉部位。徐山矿区地表海拔标高100～348m，多数钻孔勘探深度达－300～－500m。主要元素W、Cu、Ag异常和特征元素Mo、Be、Cr异常在垂向上的变化规律是：W在－270m至地表呈内浓度带，－270m以下浓度明显衰减。Cu在－230m至近地表发育内浓度带，－230m以下异常浓度衰减，－300m以下异常消失。Ag在－180m至70m呈内浓度带，中浓度带很窄，近地表为外浓度带，－180m以下异常浓度衰减，至－280m以下异常消失。特征元素Mo异常呈外、中、内浓度带发育在－130～－300m之间；Be呈外、中浓度带发

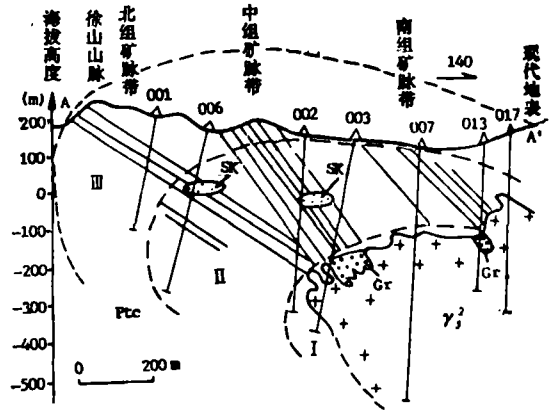

图 2 徐山钨矿床地球化学异常模式

Ptc—前震旦系板溪群上部浅变质岩系（千枚岩、千枚状粉砂岩夹薄层变质砂岩和钙质粉砂岩）；γ_5^2—燕山期黑云母花岗岩；Gr—花岗岩型钨矿；SK—夕卡岩型钨矿；矿脉带—石英脉型钨矿；Ⅰ-Ⅲ—异常分带

育在50～－80m；Cr呈外浓度带出现在－200m至地表。就矿床整体而言，在垂向

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

徐山矿床剥蚀程度的综合性评价标志　　表 4

矿床剥蚀程度	评价标志		
	异常特征	蚀变特征	矿化类型及矿体状态
浅剥蚀	元素组合为 Pb、Zn、As、W、Sn (Cu、Ag、Cr、Bi、F、Hg)；Sn、As 异常较强，W、Cu、Ag呈弱异常出现于组合异常中心部位	出现硅化、电气石化、绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化	石英脉型钨矿前缘细脉带
中剥蚀	元素组合为W、Cu、Ag、Be、Sn、Cr(Bi、As)；W、Sn、Cu、Ag异常强；特征元素 Be 出现中浓度带异常	出现硅化、夕卡岩化、电气石化、黄铁矿化	夕卡岩型钨矿体完整；石英脉型钨矿主要富矿带
深剥蚀	元素组合为W、Mo、Bi、Cu(Sn、Ag、As)；W、Cu异常强，特征元素Mo出现内浓度带异常	出现微斜长石化、钠长石化、云英岩化、电气石化	石英脉型和夕卡岩型钨矿体剥蚀殆尽；花岗岩型钨矿体完整

上可分为3个异常带（图2），每个带在横向及纵向上对应于一定的矿石类型和蚀变带。下带（Ⅰ）：异常元素组合为W、Mo、Bi、Cu（Sn、Ag、As），对应于斜长石化、钠长石化、电气石化、云英岩化带及花岗岩型钨矿化带；中带（Ⅱ）：异常元素组合为W、Cu、Ag、Be、Sn、Cr（Bi、As），对应于硅化、夕卡岩化、电气石化、黄铁矿化带及夕卡岩型钨矿和石英脉型钨矿化重叠带；上带（Ⅲ）：元素组合为Pb、Zn、As、W、Sn(Cu、Ag、Cr、Bi及次生晕中F、Hg)，对应于硅化、电气石化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化带及石英脉型钨矿前缘细脉带，因剥蚀作用，该带仅在地势较高的徐山和黄金岭地段发育较好。

3．成矿成晕机理初探

根据徐山钨矿床的地球化学特征、成晕元素的地球化学性质及异常分布特征，认为成矿成晕物质主要来源于深部，异常属岩浆期后的热液阶段产物，并处在一个由下而上、由相对封闭到相对开放、氧化程度略高的高背景亲氧元素伴亲硫元素的地球化学场中。随着矿液组份上升、扩散，其性质由酸性向弱碱性演化，成矿成晕温度由高到低，在弱酸—弱碱、高—中温时，有大量金属元素析出，使总体异常由高温元素到中、低温元素自下而上、由南西向北东延伸，形成横向上自徐山山脉至017号钻孔、纵向上19—44号勘探线、垂向上－400～350m三度空间的异常分带模式。

矿床地球化学预测标志

1．指示元素及指示意义

矿床的指示元素有W、Mo、Bi、Cu、Sn、Ag、Be、Cr、As、Pb、Zn、F、Hg，其中W为成矿主元素，是直接找矿元素；W、Cu、Ag内带异常均指示矿体位置；Mo、Be、Cr为特征元素，Mo异常指示花岗岩型钨矿位置，Be异常指示夕卡岩型钨矿位置，Cr异常指示石英脉型钨矿位置。Cu、Sn、Ag、W、Be、Cr、As、Pb、Zn、F、Hg在异常分带中处于中外和中上部，是寻找隐伏和半隐伏矿床的重要指示元素。

2．矿床剥蚀程度判别标志（表4）

3．隐伏矿床预测标志

地表次生晕有W＞15、Cu＞150、Sn＞15、Ag＞0.2、As＞120、Zn＞150、Pb＞40、F＞450ppm，Hg＞1ppb的组合异常，且浓度和组份分带均较明显；异常元素分带

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

指数W>Cu>Sn>Ag>As>Zn>Pb>F>Hg；地表原生晕异常以Sn、As为主，异常中心有Pb、Zn、F、Hg、W、Cu、Ag弱异常出现；矿床受一定剥蚀时，原生异常以W、Cu、Ag、Sn为主，伴有As、Cr、Pb、Zn、F、Hg异常；原生晕中相关密切的元素为W—Cu、W—Sn、Pb—Zn、W—Zn、Cu—Zn；异常周边出现Ni、V低值带；异常位于前震旦系板溪群上部一套浅变质岩系中，伴有隐伏花岗岩体，断裂构造发育。具有上述一些特征时预示可能有“徐山式矿床”存在。

利用上述异常特征和评价标志，曾对矿区北东向的熊家仿和北庄两个异常进行了预测，认为是徐山钨矿床前缘细脉带所致，钻探工程（1202、1601孔）得到证实，从而终止了往矿区北东端的深部勘探计划。

野外工作期间曾得到本局三队徐山地质研究组喻方屏、陈欣国工程师及徐山矿部生产组同志的大力支持，并参考了有关资料。文中图、表由本队王素芬、吴梅清绘，在此一并表示感谢。

Geochemical Anomaly Features of the Xushan Tungsten Deposit, Jiangsi

Wan Dali

Geological and geochemical anomaly features of the Xushan W-deposit are described in this paper with the focal points standing at geochemical anomaly zoning and distribution pattern. From the study some geochemical prognostaic marks for the deposit were summarized.

（上接第46页）

各种火成岩类型岩石的金含量（ppb）表

岩石类型	金的丰度①	岩石类型	金的丰度②
超基性岩	9.4	超基性岩	11.4
玄武岩	6.5	基性岩	20.0
花岗闪长岩	4.0	中性岩	8.7
花岗岩	3.5	酸性岩	10.6
流纹岩	5.4	碱性岩	3.4

①据施切巴考夫；②据博伊尔。

分布极不均匀。这种分布的特点贯穿了金在其全部自然历史的各个时空阶段。其分布极不均匀性是由于金本身具有强烈的亲铁性所造成的。总之，无论从金元素本身内部微观性质，还是从由内外因素综合影响而使金在自然界的产出状态，以及其在各类性质地质体的分布特征都说明了金具有强烈的亲铁性。

参 考 文 献

[1] 赵伦山等，《地球化学》，地质出版社，1987年。
[2] 博伊尔R.W.（马万钧等译），《金的地球化学及金矿床》，地质出版社，1984年。
[3] 栾世伟等，《金矿床地质及找矿方法》，四川科学技术出版社，1987年。
[4] 勒斯勒，H.J.等（卢焕章译），《地球化学表》科学出版社，1985年。
[5] 张成喜等，《金矿床地质学》，东北工学院出版社，1989年。

An Analysis on the Siderophile Behaviour of Gold

Ma Mingtao

In the light of various modes of occurrence of gold in nature, the geochemical affinity of the element, and the internal microscopic properties (electronic configuration, electronegativity, electroionization potential, etc.), the siderophile behaviour of gold is discussed. A macro-statistical study of the historical evolution of gold in nature gives a further evidence that among all the metallic elements gold is one of those with strongest siderophile property.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net