

地质 · 矿床

湖南姑婆山钨锡矿田构造控矿特征与成因探讨

曾志方^{1,2,3}, 曾佐勋², 曾永红³

(1. 中国地质大学研究生院, 武汉 430074; 2. 中国地质大学地球科学学院, 武汉 430074;
3. 湖南省地质矿产勘查开发局四一八队, 娄底 417000)

[摘 要] 姑婆山钨锡矿田自岩体接触带往内依次分布夕卡岩型、夕卡岩 - 构造蚀变带复合型钨锡矿及构造蚀变带型锡矿, 控矿构造研究表明, 锡 (钨) 矿化及矿体主要受近 EW、NE、NW 向断裂及断裂与接触带构造复合控制, 构造控矿型式多样, 并决定矿 (化) 体的空间定位方式。硫、氢、氧、铅同位素等资料反映出成矿流体和成矿元素来源于燕山早期侵位的姑婆山岩体, 不同矿床类型在成因上与岩体密切相关, 属于与花岗岩体侵入有关的岩浆热液型矿床, 只是风化、剥蚀条件不同, 形成了不同的矿床类型。

[关键词] 姑婆山 控矿构造 矿床成因 成矿模式

[中图分类号] P618.67; P618.44 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2008)03-0001-07

姑婆山钨锡矿田位于湘桂交界处的湖南省江华县境内, 以围绕姑婆山岩体周边发育大型砂锡矿而闻名^[1]。矿田地理座标: 东经 111°25'21"~111°34'22", 北纬 24°36'46"~24°46'22"。近年来, 国土资源大调查对原生钨锡矿进行了系统勘查, 自接触带往岩体内依次发现了船岭脚、大关塘、冬瓜冲、野鸡坳等 4 个各具特色的大、中型锡 (钨) 矿床, 前两者发育夕卡岩型、夕卡岩 - 构造蚀变带复合型钨锡矿, 后两者以构造蚀变带型锡矿为主, 伴生夕卡岩 - 构造蚀变带复合型锡矿, 各矿床之间既有相似的矿化特征, 也具有不同的特点。通过对各矿床构造特征的研究, 表明该区矿床受构造控制明显。

一些学者对接触带夕卡岩型钨锡矿床地质特征进行了初步阐述^[2~4], 而对岩体内及各类矿床的分布与相互关系和成因均未涉及。随着区内工作的深入开展, 对矿化分布规律及成因的认识取得了较大进展, 即无论是岩体内, 还是接触带, 不同矿床类型的分布存在内在联系, 均属于与姑婆山岩体侵位具有成因联系的矿床系列, 只是因剥蚀与保存条件不同而以不同类型出现。文章在论述构造控矿基础上, 结合同位素特征, 探讨矿床的分布规律和成因。

1 矿田地质构造背景

1.1 构造演化及特征

姑婆山矿田大地构造位置处于华南加里东褶皱

带南岭东西向构造带西端 (黄汲清, 1981)^[5], 花山—姑婆山—英阳关东西向隆起带和道县—河路口南北向拗褶带复合交汇部位 (杨学明, 等, 1990)^[6] (图 1)。

区内经历了加里东、印支、燕山等多次构造活动, 形成了以南北向为主干构造, 不同方向构造交织的复杂构造格局。加里东期在南北向挤压应力作用下, 形成了近东西向姑婆山隆起, 并发育近东西向压性构造。印支期受东西向挤压应力作用, 产生了南北向断褶带。燕山期伴随岩浆岩的大规模侵位, 早期近南北向构造重新活动, 规模增大, 形成了区域性的导矿构造, 并在岩体内产生了近东西和北东向等不同方向的次级断裂构造, 构成了区内主要容矿构造, 并充填石英斑岩、细粒花岗岩、英安岩、煌斑岩等各类酸、基性岩脉。围岩构造为北东、近东西向断褶带, 受控于接触带形态, 与近南北向断裂构造呈限制复合关系, 可能与姑婆山岩体侵位造成的侧向挤压和差异顶托作用有关^[7] (图 1)。

1.2 地层

区内主要出露中泥盆世地层, 自老至新为跳马涧组 (Dt) 石英砂岩, 易家湾组 (Dy) 薄 - 中厚层含泥灰岩、泥灰岩夹页岩, 黄公塘组 (Dh) 厚 - 巨厚层白云质灰岩夹白云岩及棋梓桥组 (Dq) 厚层灰岩夹白云岩。其中易家湾组具有较好的遮挡层和合适的

[收稿日期] 2007-07-25; [修订日期] 2007-11-12。

[基金项目] 中国地质调查局国土资源大调查项目 (编号: 1212010533302) 资助。

[第一作者简介] 曾志方 (1968 年—), 男, 1991 年毕业于成都地质学院, 获硕士学位, 在读博士生, 高级工程师, 现主要从事地质矿产勘查与研究工作。

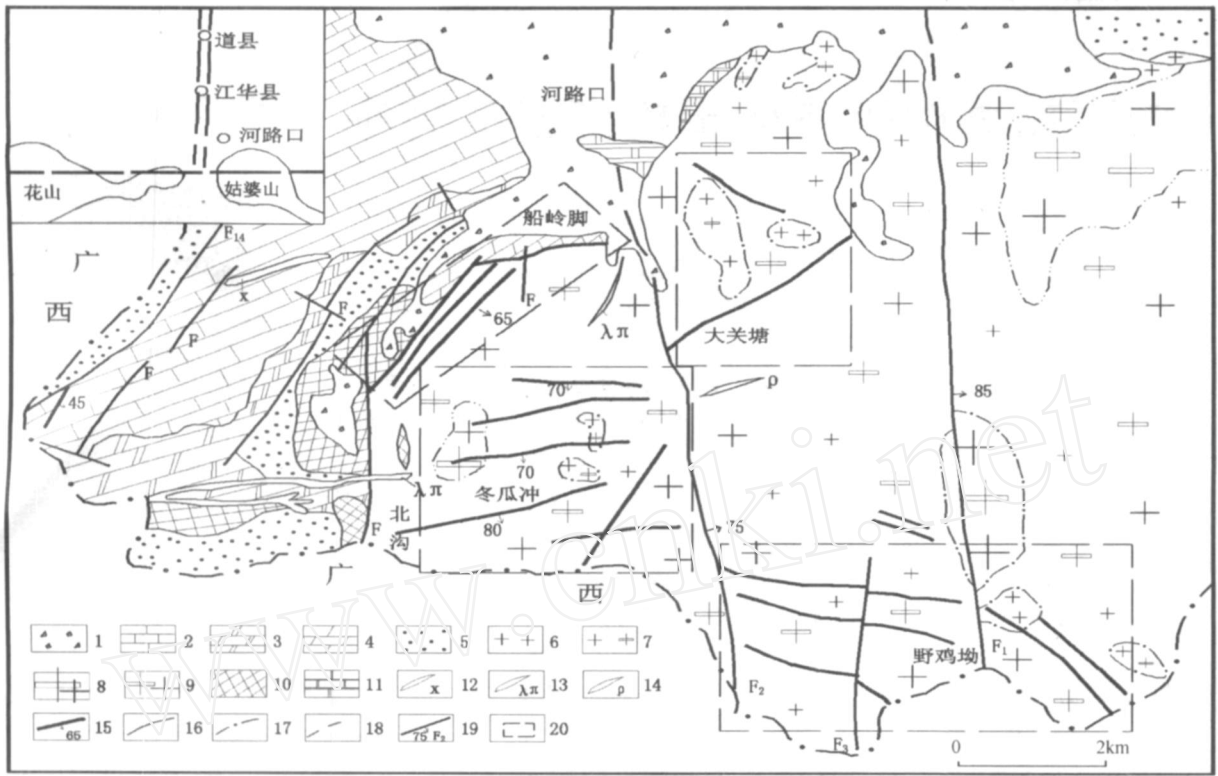


图 1 姑婆山钨锡矿田地质略图

1—第四纪地层;2—棋梓桥组;3—黄公塘组;4—易家湾组;5—跳马涧组;6—姑婆肚单元;7—塘源冲单元;8—春头泥单元;9—红花源单元;10—夕卡岩;11—大理岩;12—煌斑岩脉;13—石岩斑岩脉;14—伟晶岩脉;15—矿脉及产状;16—地质界线;17—花岗岩脉动接触界线;18—花岗岩涌动接触界线;19—断层产状及编号;20—矿区范围

层厚,有利于褶皱的发育和热液的充填交代;黄公塘组白云岩具有良好的结构构造和力学性质,有利于裂隙的发育和矿液的充填^[8],因此易家湾组不纯碳酸盐岩和黄公塘组白云岩成为夕卡岩型钨锡矿的主要赋存层位。

1.3 岩浆岩及含矿性

区内岩浆岩发育,姑婆山花岗岩体呈浑圆形分布于矿田南东部,南西与北西缘侵入中-上泥盆世地层,往南延入广西与志留纪大宁岩体呈侵入接触。依岩石谱系单位自早至晚由红花源(J₂Hh)、春头泥(J₂C)、塘源冲(J₂T)、姑婆肚(J₂G)等4个单元组成。岩性为粗中-微细粒(少)斑状黑(二)云母二长花岗岩。由早至晚单元总体具有:SiO₂增高,K₂O降低,Na₂O增高,MgO、TiO₂、FeO降低,岩浆向酸性、富钠和暗色矿物减少的方向演化,岩浆分异演化程度高。其中晚次塘源冲单元呈岩脉、岩株状产出,Sr、W、F含量分别为维氏值的3~46.9倍、11.3~210.5倍、151~10200倍,成矿元素、挥发份及重矿物锡石、黑钨矿、黄玉含量较高,为主要成矿单元。

对于姑婆山岩体的成因,顾晟彦等认为由亏损

的软流圈地幔上涌,并与地壳重熔的岩浆混合而成的高钾钙碱性花岗岩^[9]。锆石U-Pb同位素年龄为165.0±1.9Ma^[10],属燕山早期的产物。

其次,接触带及岩体内发育石英斑岩、花岗斑岩、煌斑岩、英安岩等酸、基性岩脉,为岩浆晚期侵位产物。

2 构造控矿特征

地质构造作用是控制锡成矿主要地质条件之一^[11]。由于地质构造的活动历史比成矿作用时间长,具多种类、多级别、多期次以及力学性质多次转换的特点,地质构造的活动多期性、多样性及早晚期构造的复合,往往决定了矿体的展布、形态、规模及产状。

2.1 断裂及其与成矿的关系

在长期构造应力和岩浆侵位作用下,区内形成了不同方向、性质、层次及不同类型的断裂,经岩浆期后热液的充填及交代作用,形成了不同的矿床类型。

区内断裂十分发育,岩体内及围岩中均有分布,主要有近SN、近EW、NE及NW向等多组,纵横交

错,且岩体内断裂力学性质、展布特征与接触带具一致性。近 SN 向组断裂为区内主干断裂,控制了区内矿脉的展布,为主要控矿断裂;其余断裂与该组断裂呈限制复合关系,或为蚀变带、钨锡矿脉,或为断裂破碎带,为主要容矿构造,以岩体内断裂与成矿关系最密切。

2.1.1 导矿断裂

近 SN 向组为区内主要导矿断裂,主要有 F_1 、 F_2 两条,近平行产出。该组断裂延伸规模较大,长达 10km 以上,纵贯矿田,在走向上切割了印支构造层及姑婆山岩体。主要为硅化、绿泥石化、黄铁矿化蚀变破碎带,局部充填石英斑岩脉,断面呈舒缓波状。该组断裂多期活动明显,早期具压扭特征,破碎带中石英强波状消光、变形纹等变形亚结构发育;后期为张性,石英脉呈梳状充填于石英岩中;在成矿后期重新活动,右行切错了矿脉,黄铁矿破碎成角砾,并被绿泥石胶结。

根据矿脉展布特征及其与导矿断裂的关系,目前区内发现的 4 个锡(钨)矿床在空间上可划分为东(大关塘—野鸡坳)、西(船岭脚—冬瓜冲)两个主要矿化带,均沿 F_1 与 F_2 断裂分布(图 1)。

船岭脚、大关塘矿区分布于岩体内外接触带与 F_2 断裂的复合部位,矿脉分居于 F_2 断裂两盘,呈明显限制复合关系(图 2)。矿化主要有两种类型,一种为夕卡岩-构造蚀变带复合型钨锡矿,矿脉由构造蚀变岩型钨锡矿石和分布于断裂破碎带中的团块状夕卡岩型矿石组成,两者在走向和倾向上呈指状交错或渐变过渡。另一种为夕卡岩型钨锡矿,矿脉受分布于 F_2 断裂旁侧的岩体接触带和次级断裂的复合控制,由夕卡岩型钨锡矿石组成。

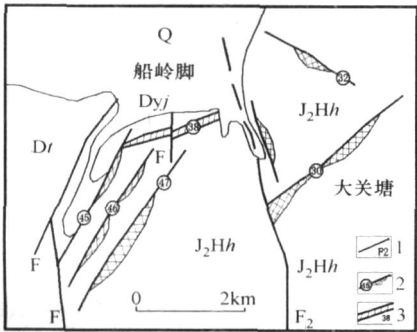


图 2 船岭脚、大关塘钨锡矿区地质略图

Q—第四纪地层;Dyj—易家湾组;Dr—跳马涧组;J₂Hh—中侏罗世红花园单元;1—断层及编号;2—夕卡岩-构造蚀变带复合型钨锡矿脉;3—夕卡岩型钨矿脉

冬瓜冲、野鸡坳矿区分布于岩体内,矿化类型以构造蚀变带型锡矿为主,其次发育少量复合型锡矿脉。矿脉带由西向东走向由近 EW 向—NNW 向—NW 向渐变过渡,可能为近 SN 向控矿断裂活动强度在各地段不一所致。野鸡坳矿区各矿脉为近 SN 向次级断裂右行切错,显示导矿断裂后期仍有活动(图 3)。矿脉由含锡云英岩、构造角砾岩、蚀变花岗岩、团块状电气石等组成。

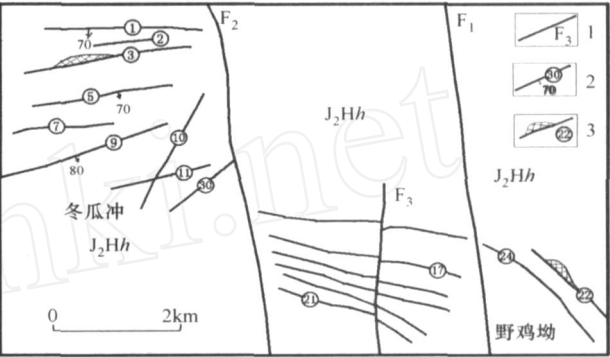


图 3 冬瓜冲、野鸡坳锡矿区地质略图

J₂Hh—中侏罗世红花园单元;1—断层及编号;2—构造蚀变带型锡矿脉产状编号;3—夕卡岩-构造蚀变带复合型锡矿脉

2.1.2 容矿断裂

容矿断裂主要呈等间距成带分布于岩体内及内接触带的近 SN 向断裂旁侧,为近 SN 向断裂的次级构造,两者呈“入”字形或大角度限制复合关系。主要有近 EW 向、NE 向、NW 向 3 组。这 3 组断裂破碎带组成成分在岩体内及内外接触带存在较大区别。

NE 向组(25°~35°)断裂主要分布于岩体接触带和泥盆纪地层中。倾向 SE,倾角 40°~85°;长 700~2000m。在岩体内接触带表现为块体状夕卡岩沿断裂带分布,并为云英岩脉、石英脉穿插;在倾向上夕卡岩与云英岩脉、石英脉呈指状交错。在泥盆纪地层中为碎裂化灰岩、方解石脉等。该组断裂控制了复合型钨锡矿脉的产出。

近 EW 向组断裂主要分布于岩体内,矿脉走向 70°~92°;倾向 S—SSE,倾角 52°~88°;长 250~2550m。破碎带由云英岩、电气石脉(透镜体)、蚀变花岗岩、构造角砾岩等组成,局部可见团块状夕卡岩,局部充填石英斑岩脉带。断裂具多期活动特点,早期以剪切为主,石英、白云母、电气石等矿物产生定向分布,石英具强波状消光,变形纹、变形带等变形亚结构发育;成矿期具张性特征,表现为微裂隙被马齿状含锡石英细脉充填。该组断裂控制了构造蚀变带型和夕卡岩-构造蚀变带复合型矿脉的产出。

NW 向组断裂岩体内和泥盆纪地层中均发育。倾向北东,倾角 57°~84°,长 100 余米至 2000m 不等。断裂破碎带在岩体中由云英岩、电气石、蚀变花岗岩等组成,为构造蚀变带型锡矿的重要容矿构造;在泥盆纪地层中沿走向时现时灭或尖灭侧现,破碎带上宽下窄,主要由构造角砾岩、方解石脉等组成,沿断裂见串珠状溶洞。

2.2 接触带构造

接触带构造为岩体侵位过程中,由侧向挤压和热变质以及蚀变作用而形成的构造,是该区夕卡岩型钨锡矿的重要控矿构造。区内接触带构造主要包括:热接触变质带:由岩浆侵位热动力造成,与矿化关系密切。主要发育于 F₂ 断裂西侧,往东明显变弱。宽度较大,为 800~4000m 不等,带内岩石发生大理岩化、角岩化、夕卡岩化等,自岩体往围岩具垂向分带。接触带断裂构造:分布于岩体西部接触带,与姑婆山岩体侵位造成的侧向挤压和差异顶托有关^[7],使岩体接触界线呈波折状。沿断裂断续发育含白钨矿斜长岩、石英脉、碎裂化复杂夕卡岩等,为接触带夕卡岩钨锡矿的主要容矿构造。流变褶皱:在船岭脚矿区易家湾组中普遍发育,褶皱轴线大体平行接触带,但褶皱枢纽产状多为倾竖,一般大于 50°,褶曲间见黑色磁铁矿条带与浅色含白钨透辉石、透闪石夕卡岩条带呈现出强烈的流变褶皱形态,局部甚至出现二次叠加褶皱的复合变形现象,反映了岩体侵位引起热软化而导致流变作用的不均一性^[12]。

接触带夕卡岩型钨锡矿体主要赋存在接触带与前述各组断裂带的叠加部位及弧形弯转和内弯部位。其次与接触带产状密切相关,在产状较陡部位,与岩体呈不整合接触时,往往对矿体形成有利,矿体规模较大,品位较高,反之,矿化较差。

2.3 控矿构造型式

区内控制矿体的构造型式多样,分析这些控矿构造型式是研究成矿规律及找矿标志的重要途径。

矿田内主要控矿构造型式有:

- 1) 单一断裂构造控矿 (图 4 - a):以冬瓜冲、野鸡坳矿区最发育。近 EW 向、NW 向矿(脉)体或含矿蚀变带各自受相应方向的断裂构造控制,矿体呈脉状、透镜状,产状与断裂一致。
- 2) 主干断裂与分枝断裂结点控矿 (图 4 - b):主干断裂与其低序次的断裂呈“入”字形交汇处控矿,形成透镜状矿体。
- 3) 断裂与接触带复合控矿 (图 4 - c):以船岭脚矿区最常见。接触带构造是矿液运移的良好通

道,断裂破碎带形成的构造岩及空间是理想的赋矿场所。岩体上侵与有利围岩(灰岩、泥灰岩、白云质灰岩等碳酸盐岩)形成简单夕卡岩,后期断裂叠加于接触带,使其破碎,含矿热液沿断裂上升,与破碎的夕卡岩发生交代作用,使早期非含矿简单夕卡岩形成复杂夕卡岩,矿质沉淀形成夕卡岩型矿体。

4) 断裂复合控矿 (图 4 - d):有些矿体受两组断裂构造复合控矿,近 EW 向与 NE 向断裂复合形成交叉或三角形部位,矿体充填在该部位,形成富矿包。

5) 接触带构造控矿 (图 4 - e):主要分布于接触带构造的内弯部位及产状陡立部位,这些部位应力集中,岩石破碎,有利于矿液的充填、交代,形成夕卡岩型钨锡矿体。

6) 夕卡岩捕虏体与断裂复合控矿 (图 4 - f):残留于岩体中的碳酸盐岩块体,呈带分布于控矿断裂两侧,并已由碳酸盐岩蚀变为夕卡岩,夕卡岩与花岗岩形成的边界为构造软弱面,有利于断裂构造发育,岩浆期后含矿气热液沿该断裂上升,与夕卡岩块体进一步发生接触交代作用形成夕卡岩型矿体;同时,热液充填交代岩体中的断裂破碎带,发生强烈的云英岩化作用,两者复合,受控于同一断裂,从而形成构造蚀变带——夕卡岩复合型钨锡矿体。大塘、船岭脚矿区复合型钨锡矿脉均受该类构造控制。

3 矿床成因

3.1 成矿物质来源分析

3.1.1 地层及岩浆岩含矿性

区内地层及岩浆岩成矿元素含量见表 1、2。

表 1 姑婆山矿田各地层微量元素含量表 ω/10⁻⁶

单元	样品数	微量元素含量							
		As	Pb	Zn	Cu	Bi	Sn	W	Mo
Dq	39	0	0	0	10	0	0	0	0
Dh	38	7	32	17	26	<1	1	<1	<1
Dyj	12	25	8	22	23	0	9	3	0
Dt	190	55	73	133	40	4	3	1	1
维氏值 (19627)		1.5	20	60	20	0.01	3	1.5	1

测试单位:湖南省湘中实验研究所,2004。

表 2 姑婆山岩体各单元微量元素含量表 ω/10⁻⁶

单元	样品数	微量元素含量									
		As	Sb	Pb	Zn	Cu	Bi	Sn	W	F	Mo
姑婆肚	25	39	1	54	67	10	2	26	110	887	2
塘源冲	10	133	98	78	99	49	102	141	315	2308	4
春头泥	37	195	2	45	42	27	2	9	17	1156	11
红花源	144	146	5	43	57	14	14	42	34	2266	5
维氏值 (1962)		1.5	0.5	20	60	20	0.01	3	1.5	800	1

测试单位:由湖南省湘中实验研究所,2004。

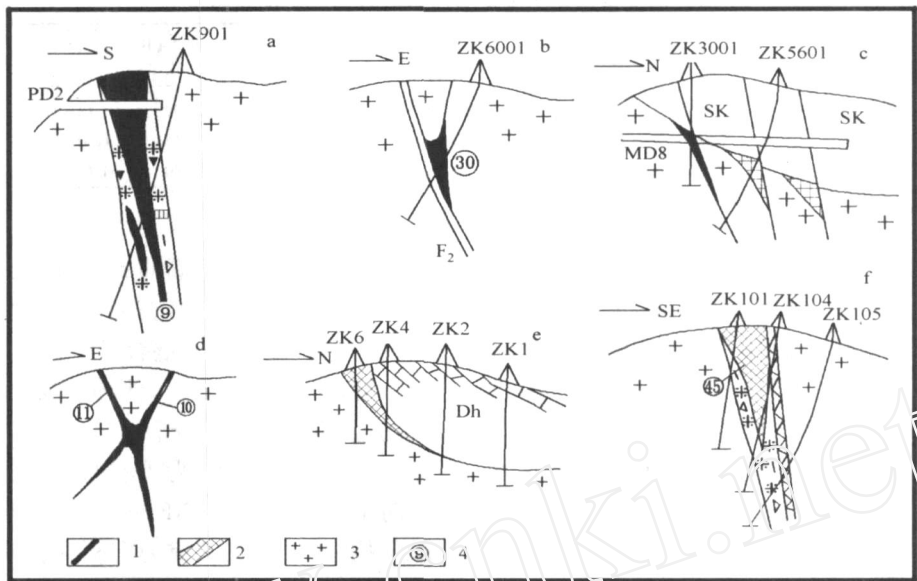


图 4 姑婆山矿田控矿构造型式
1—构造蚀变带型锡(钨)矿体;2—夕卡岩型锡(钨)矿体;3—花岗岩;4—矿体编号

由表 1、2 可看出,地层中成矿元素除易家湾组(Dy)略高于维氏值外,其余均低于维氏值。而岩浆岩中成矿元素 W、Sn 含量较高,尤其是晚期塘源冲单元,分别为维氏值的 210 倍和 47 倍。因此,从成矿元素含量来看,岩浆岩尤其是塘源冲单元具有提供成矿物质的能力,地层可能只提供了部分成矿物质。

3.2 同位素特征

为探讨成矿流体来源,就区内云英岩型和夕卡岩型两类不同的锡(钨)矿石及围岩采集了硫、氢、氧同位素样品。

表 3 姑婆山矿田主要矿石硫同位素测试结果表

矿区名	样品号	岩石类型	样品名称	$\delta^{34}S_{V-CDT}/\%$
冬瓜冲	MD2-TW1	云英岩型	黄铁矿	-1.2
	MD2-TW1	云英岩型	毒砂	-0.7
船岭脚	MD8-TW3	夕卡岩型	毒砂	-1.7
	MD8-TW3	夕卡岩型	闪锌矿	2.4

测试单位:中国地质科学院矿产资源研究所,2005。

3.2.1 硫同位素

在姑婆山岩体内冬瓜冲矿区采集了两个云英岩型矿石的毒砂、黄铁矿硫同位素样品, $\delta^{34}S$ 值为 -0.7‰ 和 -1.2‰,接近 0,并相对富重硫。在岩体接触带船岭脚矿区采集了两个夕卡岩型钨锡矿石的毒砂、闪锌矿样品, $\delta^{34}S$ 值为 -1.7‰ 和 2.4‰,与云英岩型矿石 S 同位素值相近(表 3)。由此可见,无

论是云英岩型还是夕卡岩型矿石,其 $\delta^{34}S$ 值相近,对照 Ohmoto (1986) 给出的地幔岩原生水的 $\delta^{34}S$ 值 (-3‰ ~ +2‰)^[13] 可看出,区内矿石中 $\delta^{34}S$ 值处于地幔岩 $\delta^{34}S$ 值的分布范围。而地层中硫的 $\delta^{34}S$ 为 -26‰ ~ +20‰^[14],与矿石硫的 $\delta^{34}S$ 值差别极大,显示矿床成矿物质的主要组分硫来源单一,主要来自岩浆热液^[15]。

3.2.2 氢、氧同位素

冬瓜冲矿区仅分析了一个氢、氧同位素样, δD 值为 -51‰, $\delta^{18}O_{H_2O}$ 为 5.6‰;船岭脚分析了两个样品, δD 值为 -68‰ - 48‰,平均值 -56‰; $\delta^{18}O_{H_2O}$ 为 +11.2‰ + 11.3‰,平均值 +11.25‰(表 4)。个旧、珊瑚和栗木等岩浆型锡矿床的 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 值一般为 +6.2‰ ~ +10.2‰; δD 值为 -47‰ ~ -98‰^[16],区内 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 、 δD 值与这些典型矿床具有相似性。因此,区内成矿流体来源于岩浆。

表 4 姑婆山矿田主要矿石氢、氧同位素测试结果表

矿区名	样号	样品名	$\delta^{13}D_{V-PDB}/\%$	$\delta^{18}O_{H_2O}/\%$
冬瓜冲	MD2-TW1	石英	-51	+5.6
船岭脚	MD8-TW3	石英	-68	+11.2
	MD8-TW4	石英	-48	+11.3

测试单位:中国地质科学院矿产资源研究所,2005。

由上述可看出,区内硫、氢、氧同位素具深源特征,其成矿物质来源于地球深部,成矿流体为岩浆水。

表 5 姑婆山矿田主要矿石及围岩铅同位素测试结果

矿区名	样品号	岩矿石名	矿物种类	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	2σ
冬瓜冲	MD2 - TW1	云英岩	黄铁矿	38.9514	0.0035	15.7402	0.0012	18.6535	0.0014
	MD2 - TW2	云英岩	毒砂	38.9600	0.0032	15.7409	0.0011	18.6583	0.0013
	TC8 - TW1	花岗岩	毒砂	39.0542	0.003	15.7445	0.001	18.6293	0.001
船岭脚	MD8 - TW3	夕卡岩	毒砂	39.0616	0.0031	15.7589	0.0011	18.7294	0.0011

测试单位:中国地质科学院矿产资源研究所,2005。

3.2.3 铅同位素

在位于岩体内的冬瓜冲矿区云英岩型锡矿石中采集了两个铅同位素样品,船岭脚矿区夕卡岩型钨锡矿石中采集了 1 个样品(表 5)。冬瓜冲²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb = 38.9514 ~ 38.9600,平均值为 38.9557;²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb = 15.7402 ~ 15.7409,平均值为 15.7406;²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb = 18.6535 ~ 18.6583,平均值为 18.6559。船岭脚²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb = 39.0616;²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb = 15.7589;²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb = 18.7294。花岗岩中仅分析了 1 个样品,²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb = 39.0542;²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb = 15.7445;²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb = 18.6293,与两类矿石中铅同位素组成基本一致,在 Z_{oe}不同地质环境铅同位素演化模式图上投影点集中分布于上地壳(图 5),表明两者成矿物质具有相似的来源,均来源于上地壳。

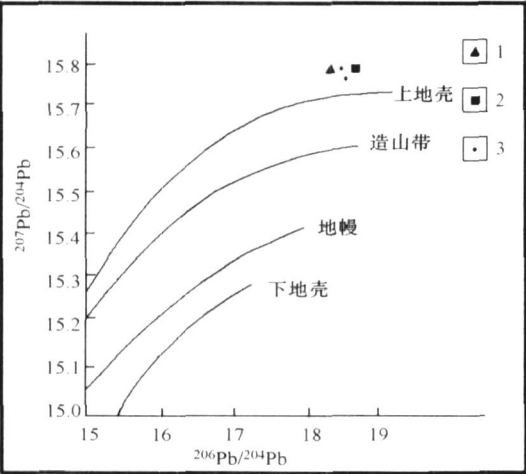


图 5 姑婆山钨锡矿田铅同位素组成图解

(底图据 Doe, et al, 1979) [17]

1—花岗岩; 2—夕卡岩型钨锡矿石; 3—云英岩型锡矿石

由上可见,该区矿床属于与中酸 - 酸性侵入岩有关的岩浆热液型矿床。

3.3 成矿模式

该区经历了加里东、印支、燕山等多期构造活动,印支末—燕山早期,构造—岩浆—成矿作用进入了新的阶段。

燕山早期区内处于由挤压向拉张转折时期的地

球动力学背景,岩石圈伸展—减薄,岩石圈地幔的部分熔融形成了原始的富钾钙碱性岩浆,并与由此而引发的地壳重熔岩浆混合 [10],岩浆活动具有同源多期次脉动侵位的特点。伴随岩浆的侵位,印支期形成的近 SN 向区域性断裂重新活动,沿走向切割了印支构造层和岩体,为矿液的运移提供了有利通道;同时形成近 EW 向、NE 向等次级断裂,并与岩体接触带构造叠加,三者成为有利的容矿构造。

随着岩浆的演化分异,在晚期岩体前锋部位,聚集了大量富含 F⁻、Cl⁻、OH⁻、B 等挥发份和 Sn、W 等成矿元素的成矿气热液,在岩浆内压和构造应力作用下,含矿气热液沿导矿断裂上升运移,充填至各类容矿构造中,形成不同类型的矿脉(体)。矿体形成后,覆于岩体上方的夕卡岩型钨锡矿体遭受了程度不一的风化剥蚀,位于岩体上隆部位(冬瓜冲—野鸡坳一带)的夕卡岩型钨锡矿体大多被剥蚀,仅在 NE 向断裂中保留了少量的含矿夕卡岩块体;在内接触带则剥蚀程度较低,形成了由夕卡岩块体和构造蚀变带组成的复合型锡矿体。上述矿体遭受剥蚀,其矿石中的锡石被解离并搬运至岩体周边,形成了大型砂锡矿床。在岩体外接触带,由于矿体保存较好,形成了由上至下依次分布夕卡岩型、复合型、构造蚀变带型锡(钨)矿体的完整系列。由此可见,区内矿化在岩浆—构造—成矿作用上具有密切的成因联系,只是风化、剥蚀作用形成了不同的矿床类型(图 6)。

4 结论

姑婆山矿田自岩体接触带往内,依次分布夕卡岩型、复合型、构造蚀变带型等不同类型的锡(钨)矿床。矿脉(体)受区域性断裂控制,成带分布,近 EW 向、NE 向及其与接触带的复合构造为区内主要容矿构造。结合稳定同位素分析,表明各类矿床在成因上与姑婆山岩体的侵位密切相关,具有相同的硫、氢、氧、铅同位素来源,属于与中酸 - 酸性侵入岩有关的岩浆热液型矿床,只是风化、剥蚀条件不同,形成了不同的矿床类型。

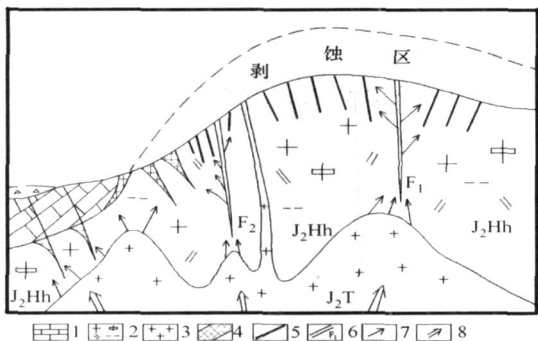


图 6 姑婆山钨锡矿田综合成矿模式图

J₂T—中侏罗世塘源冲单元; J₂Hh—中侏罗世红河源单元; 1—灰岩; 2—中细粒斑状二云母二长花岗岩; 3—细粒花岗岩; 4—夕卡岩型锡(钨)矿体; 5—构造蚀变带型锡矿体; 6—断层及编号; 7—热流运移方向; 8—岩浆侵入方向

[参考文献]

[1] 王建辉,蒋柏昌,孔祥伟,等. 姑婆山复式岩体的基本特征及其与成矿作用的关系[J]. 地质与矿产, 2006, 20(1): 47 - 53

[2] 邹建林,曾永红,陈文辉. 湖南姑婆山锡矿田地质特征及找矿前景[J]. 华南地质与矿产, 2005(2): 45 - 52

[3] 曾永红,王廷江,郑时干,等. 湖南船岭脚锡矿区矿化特征及成因探讨[J]. 华南地质与矿产, 2006(2): 13 - 17.

[4] 余君鹏,秦松贤. 湘南姑婆山岩体北西侧侵入接触带构造控矿研究[J]. 地质科技情报, 2007, 26(2): 25 - 29.

[5] 黄汲清. 中国大地构造及其演化[M]. 北京: 科学出版社, 1981, 29 - 53.

[6] 杨学明,张培善. Rb - Sr和 Pb同位素在限定花岗岩类石源岩中的地质意义[J]. 科学通报, 1990, 15: 1174 - 1176

[7] 谢国源,胡火炎. 广西水岩坝—新路钨锡矿田构造控矿类型及找矿前景[J]. 有色金属矿产与勘查, 1994, 3(5): 76 - 81.

[8] 汤静如,奚小双,孔华,等. 甘肃小柳沟铜钨多金属矿田构造控矿作用及其找矿方向[J]. 地质与勘探, 2006, 42(3): 49 - 52.

[9] 顾晟彦,华仁民,戚华文. 广西花山—姑婆山燕山期花岗岩的地球化学特征及成因研究[J]. 岩石矿物学杂志, 2006, 25(2): 97 - 109.

[10] 顾晟彦,华仁民,戚华文. 广西姑婆山花岗岩单颗粒锆石 LA - ICP - MS U - Pb定年及全岩 Sr - Nd同位素研究[J]. 地质学报, 2006, 80(4): 543 - 553.

[11] 万仁虎. 铜官山矿田金矿床类型和构造控矿作用分析[J]. 地质力学学报, 2004, 10(2).

[12] Lagarde L. Structural characteristics of granitic plutons emplaced during weak regional deformation: Examples from late Carboniferous plutons, Morocco[J]. Journal of Structural Geology, 1990, 12(7): 805 - 821.

[13] 王先彬,吴茂炳,张铭杰. 地幔流体的稳定同位素地球化学综述[J]. 地质地球化学, 2000, 28(3): 69 - 74.

[14] 陆小平,陆孝赞,龚名文,等. 广西姑婆山锡矿田矿床地质特征及矿床成因[J]. 华南地质与矿产, 2005(2): 53 - 60.

[15] 黎应书,秦德先,党玉涛,等. 云南个旧锡矿床铅、硫同位素研究[J]. 地质与勘探, 2006, 42(2): 49 - 53.

[16] 徐文煌. 我国锡矿床的同位素地球化学的研究[J]. 矿产与地质, 1995, 9(1): 1 - 11.

[17] Doe B R and Zarman Z E. Plumbtectonics, the Phanerozoic[A]. In: Bames H L, ed Geochemistry of hydrothermal ore deposits [C]. New York: Wiley: 22 - 70.

ORE - CONTROLLING STRUCTURES AND METALLOGENESIS IN THE GUPOSHAN TUNGSTEN - TIN FIELD, HUNAN PROVINCE

ZENG Zhi - fang^{1,2,3}, ZENG Zuo - xun², ZENG Yong - hong³

(1. Graduate School, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074;

3. No. 418 Team, Hunan Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development, Loudi 417000)

Abstract: From contacting zone to inner part of intrusive in the Guposhan W - Sn ore field, these exist in tungsten - type, compound type of tungsten and structure - alteration zone W - Sn deposits, and structure - alteration zone type Sn deposits. Studies on ore - controlling structures show that tin (tungsten) mineralization and ore bodies are mainly controlled by EW - , NE - and NW - trending faults or by compound of faults and contact zone structures. Ore - controlling structures are variable and affect location of ores and mineralization in space. Data of sulfur, lead, hydrogen and oxygen isotopes shows that ore - forming fluids and materials came from early Yanshanian Guposhan pluton. Geneses of different type deposits are related with the pluton, and the deposits belong to magmatic hydrothermal type related with granitic intrusives. Formation of different type deposits just dues to differences of weathering and erosion.

Key words: Guposhan, ore - controlling structure, metallogensis, metallogenic model