

湖南锡田地区矽卡岩型钨锡矿床地质特征及控矿因素

徐辉煌, 伍式崇, 余阳春, 谢友良, 龙伟平

(湖南省地质调查院株洲矿产地地质调查所, 湖南 株洲 412007)

摘要: 锡田地区矽卡岩型钨锡矿产于锡田花岗岩体哑铃柄部位的内外接触带。钨锡矿床赋存在岩体与碳酸盐岩接触带之矽卡岩中及受断裂控制的碳酸盐岩岩块内; 矿体产状、形态、有用组分的分布明显受矽卡岩及断裂构造控制。碳酸盐岩地层、花岗岩浆侵位、断裂构造是区内钨锡矿形成的重要控制因素。

关键词: 矽卡岩; 钨锡矿; 控矿因素; 湖南锡田地区

中图分类号: P618.44; P618.67

文献标识码: A

锡田矿区位于南岭成矿带中段北缘, NE向炎陵-郴州-蓝山与NW向安仁-龙南深大断裂的交汇部位。锡田矿田是近年来南岭地区发现的具有大型资源远景的钨锡矿田之一。2002年开始在该区以矽卡岩型钨锡矿为重点开展国土资源大调查找矿, 首先从锡田花岗岩体哑铃柄部位西接触带的堇上钨锡矿产出的规律找到了突破口, 进而扩展到东接触带的晒禾岭、荷树下、桐木山钨锡矿(图1)。并研究查明了钨锡该矿床主要沿碳酸盐岩的接触带构造和受断裂控制的碳酸盐岩块构造展布, 经深部验证发现了较好的矽卡岩型钨锡矿体, 通过工作, 已探求 21、22、13号矿体(333+334)资源量 Sn11.53万 t, WO₃ 8.97万 t, 显示良好找矿远景。

1 矿区地质特征

1.1 地层

矿区主要出露上古生界泥盆系、石炭系地层, 岩性为浅海相碳酸盐岩、碎屑岩, 石炭系下统夹有

滨海沼泽相含煤岩系。中泥盆统棋梓桥组 and 上泥盆统锡矿山组下段分布面积广, 主要由一套不纯的碳酸盐岩组成。区内地层存在以 Sn、W、As、Bi、Mo、Ag 为主的区域性高背景, 是这些元素富集成矿的良好前提, 元素含量较高者主要集中在中泥盆统棋梓桥组、上泥盆统锡矿山组下段碳酸盐岩中, 该二地层成为区内矿产可能的矿源层^[1]。

1.2 构造

矿区属湘东新华夏系构造体系的一部分, 区内构造形迹主要为一系列 NE45°~50°的褶皱和压扭性断裂。严塘-小田复式向斜被锡田岩体切割, 岩体西侧为 NE 扬起、SW 倾伏的严塘复式向斜, 东侧为 SW 扬起、NE 倾伏的小田复式向斜。矿区范围内仅分布复式向斜的次一级褶皱, 西侧主要有堇上向斜、花里泉向斜, 东侧有晒禾岭向斜、荷树下向斜等, 其两翼地层一般为中上泥盆统, 为成矿的有利层位。

矿区断裂构造发育, 按展布方向可分为 NNW 向张扭性断裂和 NNE-NE 向压扭性断裂等两组。NNW 组断裂属基底构造, 控制了岩体的侵位, 其次级近 SN 向和 NEE 向断裂在内接触带常叠加了碳酸盐岩块, 经多次热液充填, 形成了构造蚀变带-矽卡岩复合型钨锡矿脉(如堇上 22 号、晒禾岭 12 号矿脉); 在外接触带碳酸盐岩分布处则形成较好

收稿日期: 2006-01-18

基金项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目(200310200071)。

作者简介: 徐辉煌(1963-), 男, 汉族, 地质工程师, 主要从事地质矿产勘查工作。

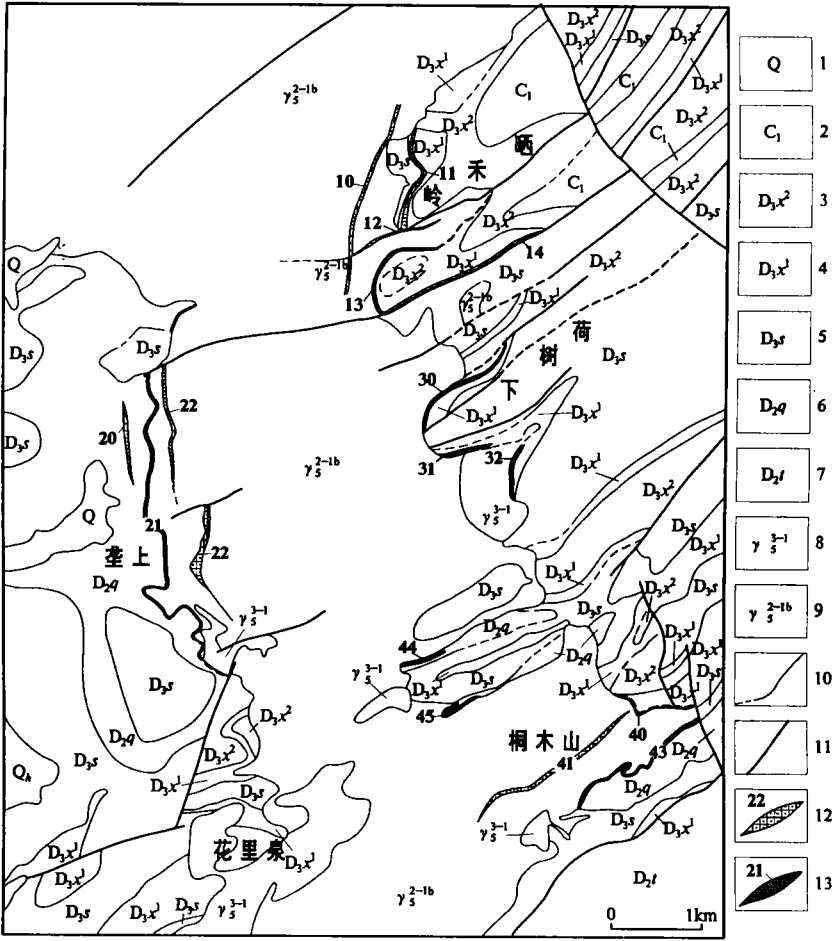


图 1 锡田钨锡矿区地质图

Fig 1 Geological map of Xitian W-Sn deposit

1 第四系; 2 下石炭统; 3 上泥盆统锡矿山组上段; 4 上泥盆统锡矿山组下段; 5 上泥盆统余田桥组; 6 中泥盆统棋梓桥组; 7 中泥盆统跳马涧组; 8 燕山晚期细粒黑云母花岗岩; 9 燕山早期斑状黑云母花岗岩; 10. 地质界线; 11 断层; 12 构造蚀变带 - 矽卡岩复合型钨锡矿脉及编号; 13. 矽卡岩型钨锡矿脉及编号

的构造蚀变带 - 矽卡岩复合型锡铅锌矿体(如垄上 20号矿脉)。NNE - NE组断裂主要为是接触面构造, 碳酸盐岩与岩体接触部位形成厚大的矽卡岩, 在矽卡岩层间破碎带及接触带处形成了钨锡矿体; 其次 NNE - NE向断裂穿切碳酸盐岩处, 形成了较好的构造蚀变带 - 矽卡岩复合型锡钨矿体(如晒禾岭 11号矿脉)。

1.3 岩浆岩

区内岩浆活动强烈, 有燕山期锡田复式花岗岩体侵入, 出露面积约 230 km², 发育大小侵入体 40 余个。因受 NWW 向基底构造影响, 其平面形态呈 NNW 向展布的哑铃状, 本区仅分布该复式岩体的一部分。岩体侵入于古生界地层中, 在岩体与碳酸盐围岩接触带内, 有矽卡岩型钨锡矿床产出。

锡田复式岩体是两期侵位的产物。早期侵入体呈岩基产出, 构成复式岩体的主体, 按岩石结构特征矿区可细分为二个相带: 边缘相 (γ_5^{2-1a}) 为细粒含斑黑云母花岗岩, 宽数十至百余米, 主要分布在岩体的北东部, 与碳酸盐围岩接触处只形成矽卡岩化, 而不形成矿体; 过渡相 (γ_5^{2-1b}) 在矿区分布最广, 岩性为中粗粒含斑(斑状)黑云母花岗岩, 以富含粗大的长石斑晶为特征, 与碳酸盐围岩接触处不但形成厚大的矽卡岩, 而且在矽卡岩层间破碎带及岩体接触部位形成了较好的钨锡矿体。晚期侵入体 (γ_5^{3-1}) 以岩株、岩枝侵入于早期花岗岩和围岩中, 岩性为细粒黑云母花岗岩, 普遍具钠长石化和云英岩化, 与碳酸盐岩接触部位形成了较厚大的矽卡岩, 但与早期过渡相比, 其与钨锡矿化的关系略

差。

锡田复式花岗岩体化学成分(表 1)属铝过饱和和壳源重熔型,具高分异指数,富碱、贫钙镁、低铁低氧化指数特征,是区内钨锡矿的成矿母岩。该岩体富含黑钨矿、锡石等重矿物及成矿元素 W, Sn, Bi, Mo, Li, Rb(表 2)与矿化剂 F, 其中 W, Sn 含量分别达维氏值的 5~28 倍^[2]。

1.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变普遍,种类较多。外接触带的碳

酸盐岩主要表现为矽卡岩化、硅化、大理岩化、绿泥石化、萤石化、云英岩化,其中矽卡岩化与钨锡矿成矿关系密切;而碎屑岩则主要表现为硅化、角岩化。内接触带特别是晚期花岗岩主要表现为云英岩化、硅化、钠长石化、钾长石化。在空间上,自岩体接触部位往两侧,蚀变影响范围宽约 1000 m,自外接触带往内接触带,大致呈现出大理岩化-矽卡岩化(角岩化)-萤石化-绿泥石化-硅化-云英岩化-钠长石化的蚀度分布规律。

表 1 锡田花岗岩化学成分

Table 1 Petrochemical compositions of granitoids from the Xitian orefield

岩性	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	H ₂ O ⁺ 、灼失
	w _B /10 ⁻²											
$\frac{2}{\text{K}}$ -1a	73.99	0.16	13.01	0.23	2.25	0.04	0.22	1.08	2.86	5.65	0.04	0.35
$\frac{2}{\text{K}}$ -1b	75.51	0.11	12.68	0.5	1.52	0.05	0.22	0.46	3.1	5.12	0.03	1.05
$\frac{3}{\text{K}}$ -1	75.82	0.05	12.03	0.2	2.45	0.06	0.12	0.7	3.18	4.7	0.02	0.59

注: 资料来源于湖南省地调院基础所“1:25 万衡阳市幅区域地质调查报告”送审稿。

表 2 锡田花岗岩微量元素含量

Table 2 Contents of microelements in granites from the Xitian orefield

岩性	W	Sn	Mo	Bi	Cu	Pb	Zn	As	Ag	Sb	Hg	Sr	Ba	V	Th	U
	w _B /10 ⁻⁶															
$\frac{2}{\text{K}}$ -1a	2.7	25.3	7.98	0.4	293.3	47.4	66	2.3	0.029	0.4	0.017	49	221	12.5	65.5	10.6
$\frac{2}{\text{K}}$ -1b	2.32	26.0	7.41	2.5	121.7	72.7	43	5.8	0.103	0.7	0.016	40	120	10.2	29	5.4
$\frac{3}{\text{K}}$ -1	7.78	33.6	15.49	7.7	36.1	51.6	42	8.9	0.135	0.7	0.065	10	61	8.1	39.2	12.4

岩性	Co	Ni	Be	Ta	Nb	Zr	Hf	Rb	Cs	Cr	Sc	Cd	Ga	Li	Au	
	w _B /10 ⁻⁶															w _B /10 ⁻⁹
$\frac{2}{\text{K}}$ -1a	3.6	8.4	5.5	1.9	20.8	127	5.1	375	16.4	7.7	3.7	0.03	21.7	79	1	
$\frac{2}{\text{K}}$ -1b	3	6.6	11.1	2.7	19.3	76	3.6	381.5	43.3	15.1	3.8	0.09	19.8	137.3	1.1	
$\frac{3}{\text{K}}$ -1	3.1	10	6.3	9.6	33.1	96	3.3	819.2	63.1	22	4.3	0.04	22.5	387.2	1.8	

注: 资料来源于湖南省地调院基础所“1:25 万衡阳市幅区域地质调查报告”送审稿。

2 矿床地质特征

根据区内矿体的地质特征,可划分为矽卡岩型和构造蚀变带-矽卡岩复合型两种矿床成因类型,前者产于岩体与碳酸盐岩接触带之矽卡岩中,后者产于受断裂控制的碳酸盐岩的矽卡岩内,二者均与矽卡岩密切相关。

2.1 矽卡岩的产出特征

矿区碳酸盐岩(或断裂控制的碳酸盐岩块)与岩体接触带附近均形成了矽卡岩,矽卡岩明显受岩

体接触带或断裂构造控制。前者呈层状、似层状产出,地表出露长 1 000~4 500 m,厚 30~50 m,最厚可达 100 m,矽卡岩型钨锡矿体产于岩体接触部位或矽卡岩层间破碎带中。后者呈似层状、透镜状产出,地表出露长 800~2 700 m,厚 2~33.11 m,该类型矽卡岩矿化程度高,一般均形成了构造蚀变带-矽卡岩复合型钨锡矿体。

2.2 矽卡岩的岩石类型

区内矽卡岩以锡田岩体哑铃柄部位最为发育。主要岩石类型有以下几种:

透辉石矽卡岩:粒状变晶结构,块状构造。矿物成分主要为透辉石,次为石英、方解石等。该类岩石矿区普遍可见,且钨锡矿化较均匀。

辉石闪石矽卡岩:粒状变晶结构,斑杂状构造。矿物成分主要为透辉石-钙铁辉石,次为闪石。该类矽卡岩多分布于岩体接触面附近,锡石黄铜矿化较好。

绿帘石符山石矽卡岩:粒状变晶结构,斑杂状构造。矿物成分主要为符山石,次为绿帘石及少量蛇纹石。该类矽卡岩多分布于内接触带中,有构造蚀变带-矽卡岩复合型钨锡矿脉产出,与白钨矿化关系密切,并伴生锡石矿化。

硅灰石矽卡岩:粒状变晶结构,斑杂状构造。矿物成分主要为硅灰石,次为透辉石-钙铁辉石、阳起石,极少量的白云母、石英、磷灰石等。该类矽卡岩多分布于外接触带中,其附近有构造蚀变带-矽卡岩复合型锡铅锌矿脉产出,与铅锌矿化关系密切,并伴生锡石矿化。

绿帘石石榴石矽卡岩:粒状变晶结构,斑杂状-块状构造。矿物成分主要为石榴石,次为绿帘石及少量石英。该类矽卡岩见于矿区局部,与白钨矿化或锡矿化关系密切,但锡的赋存状态大多为硅酸盐锡,属不可选类型。

2 3 矿体产出特征

矿体赋存在矽卡岩中。目前已控制规模较大

的矿体有 14 个,主要分布于矿区的堍上、晒禾岭、桐木山等地。其中以堍上锡矿 21 号矿体规模最大,已探求 (333+334₁)资源量 Sn7. 65 万 tWO₃8 97 万 t 各主要矿体的规模、品位见表 3

矿体产出具有以下特点:

- (1)碳酸盐岩与花岗岩体的接触面上形成稳定的矽卡岩型钨锡矿体,呈层状产出,产状与接触面产状一致(图 2 之 21 号矿体)。
- (2)外接触带矽卡岩层间破碎带中形成矽卡岩型钨锡矿体的分枝矿体(图 3),呈层状产出,其产状与矽卡岩产状一致,其钨锡品位往往较富。

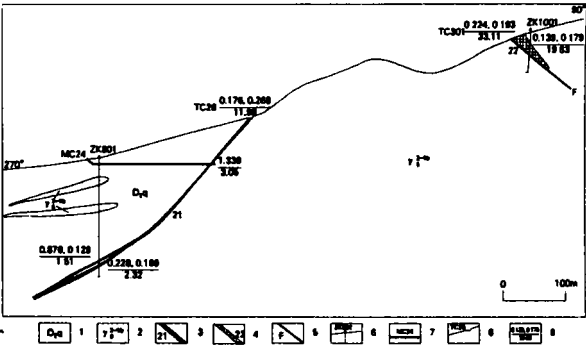


图 2 锡田矿区 8 线剖面图

Fig 2 Line 8 section of Xitian ore district

1 中泥盆统棋梓桥组; 2 燕山早期过渡相斑状黑云母花岗岩;
3 矽卡岩型钨锡矿体及编号; 4. 构造蚀变带-矽卡岩复合型钨
锡矿脉; 5 断层; 6 钻孔; 7. 坑道; 8 探槽; 9 $\frac{(SnWO_3)\%}{\text{矿体厚度 } m}$

表 3 锡田矿区主要矽卡岩型矿体特征

Table 3 Characteristics of the main skarn-type W-Sn orebodies in Xitian orefield

编号	形态	类型	规模		平均品位 ($w_B / 10^{-2}$)		产出部位
			长 (m)	厚 (m)	Sn	WO ₃	
21	层状	矽卡岩型	4500	0.68~12.78	0.394	0.617	接触带
22	似层状、透镜状	构造蚀变带-矽卡岩复合型	2700	4.48~33.11	0.345	0.336	内接触带
20	似层状	构造蚀变带-矽卡岩复合型	800	1.50~9.04	0.263	0.676	外接触带
12	似层状、透镜状	构造蚀变带-矽卡岩复合型	1000	7.58~25.53	0.616		内接触带
13	层状	矽卡岩型	1700	0.83~11.63	0.316		接触带
14	似层状、透镜状	构造蚀变带-矽卡岩复合型	1700	10.90~12.02	0.3		外接触带
43	层状	矽卡岩型	1700	2.49~8.31	0.44		接触带

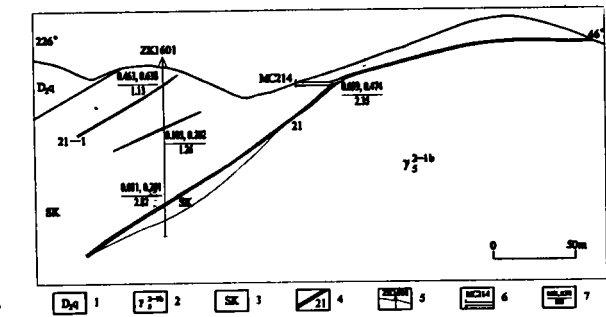


图 3 锡田矿区 16 线剖面图

Fig 3 Line 16 section of Xitian ore district

1 中泥盆统棋梓桥组; 2 燕山早期过渡相斑状黑云母花岗岩;
3 矽卡岩; 4 矽卡岩型钨锡矿体及编号; 5 钻孔; 6 坑道; 7.
 $\frac{(SnWO_3)}{\text{矿体厚度 } m} \%$

(3) 外接触带受构造控制的矽卡岩内常形成构造蚀变带 - 矽卡岩复合型锡铅锌矿体 (垄上锡矿 20 号矿脉), 呈似层状、透镜状产出, 产状与构造带一致, 其铅锌品位、厚度较好, 锡为伴生产出。

(4) 内接触带受构造控制的矽卡岩内往往形成构造蚀变带 - 矽卡岩复合型钨锡矿体 (图 2 之 22 号矿脉), 呈似层状、透镜状产出, 产状与构造面一致, 钨锡矿体厚度、品位变化较大。

(5) 钨锡矿体与围岩界线不清, 呈渐变过渡关系。

2 4 矿石特征

矿石的矿物成分较复杂, 多达 30 余种。矿石矿物主要为锡石、白钨矿、黄铁矿, 矽卡岩型矿床局部富集磁铁矿、铁闪锌矿、黄铜矿; 构造蚀变带 - 矽卡岩复合型矿床局部富集方铅矿、闪锌矿。次为少量的磁黄铁矿、白铁矿等。脉石矿物主要为透辉石, 局部为绿帘石、硅灰石、符山石、石榴石, 少量石英、萤石、白云母、阳起石、蛇纹石、磷灰石等。

2 5 矿石化学成分及结构构造类型

矿石化学成分比较复杂, 以富含 Pb, Zn, Cu, W 和 Sn 为特色, 单矿体平均品位 Sn 0.156 ~ 0.616%, WO₃ 0.046 ~ 0.676%, 局部地段富含 Pb 0.5 ~ 9.05%, Zn 0.7 ~ 7.22%, Cu 0.2 ~ 4.5%。在矿区的垄上钨锡矿, Sn 与 WO₃ 含量变化不大, 且两者呈正相关。

矿石结构以半自形 - 它形粒状结构为主, 次为

交代结构、填隙结构、交代残余结构; 矿石构造以浸染状构造为主, 次为条带状构造, 局部可见块状构造。显示出典型的矽卡岩型矿床特征^[3]。

根据矿石矿物组合及有用组分的变化, 可将矿石类型划分为金属硫化物钨锡矿石、磁铁矿钨锡矿石、萤石 - 绿帘石黄铜矿钨锡矿石、含白钨黄铜的锡石方铅闪锌矿石、石榴石绿帘石钨锡矿石等五种。金属硫化物钨锡矿石矿区普遍可见; 磁铁矿钨锡矿石、萤石 - 绿帘石黄铜矿钨锡矿石在矽卡岩型钨锡矿床中局部可见; 含白钨黄铜的锡石方铅闪锌矿石、石榴石绿帘石钨锡矿石在构造蚀变带 - 矽卡岩复合型钨锡矿床中局部可见。

3 控矿因素

3.1 地层控制因素

区内矽卡岩的形成, 与中泥盆统棋梓桥组和中泥盆统锡矿山组下段碳酸盐岩地层关系密切, 该类岩石主要为中 - 薄层状灰岩、条带状灰岩夹白云质灰岩及少量砂质、钙质页岩, 可能提供了部分矿源。加之又受印支 - 燕山期构造运动的作用, 围岩节理、裂隙发育, 从而具备了较好的容矿空间, 当岩浆侵入时, 易于形成规模较大的矽卡岩。

3.2 岩浆岩控制因素

矽卡岩的形成与花岗岩浆期后气 - 液交代作用密切相关, 锡田复式花岗岩浆的侵入及岩浆期后的热液活动, 提供了丰富的矿源和热源, 并从物质来源及成矿热液迁移、富集诸方面控制形成了区内的矽卡岩和赋存其中的钨锡矿体。由于锡田花岗岩区岩浆具有富含 W, Sn 等成矿元素和 F 等挥发组分, 岩浆分异充分和多期次活动明显, 多次为本区 W, Sn 等成矿提供了丰富的矿质来源^[4] 及迁移富集的动力和有利的介质。在空间上, 矽卡岩的规模和钨锡矿化强度及岩体顶面形态密切相关^[5]。矽卡岩先主要发育于锡田花岗岩体的哑铃柄部位, 该处剥蚀程度浅, 围岩条件最为有利; 其次, 在岩凸上方矽卡岩化最强, 矿化最好, 在岩体凹陷部位次之, 其余地段相对较差。在时间上, 成矿最为有利的是燕山早期岩体的过渡相, 其次是燕山晚期岩体, 而燕山早期岩体边缘相和内部相则矽卡岩化弱, 且尚未

发现钨锡矿体。

综上所述,岩体的侵位是本区矽卡岩化和钨锡成矿作用的主导因素。

3.3 构造控制因素

区内 NNW 向基底构造和后期 NNE-NE 向构造联合控制了锡田岩体的产状形态;而矽卡岩分布范围主要受岩体顶面接触面构造的控制,其次受断裂控制的碳酸盐岩块的控制;矽卡岩型钨锡矿床则受接触面构造及矽卡岩层间破碎带的控制,构造蚀变带-矽卡岩复合型钨锡矿床受内接触带近 SN 向、NEE 向断裂构造控制,构造蚀变带-矽卡岩复合型锡铅锌矿床受外接触带断裂构造的控制。岩体接触面上、构造破碎带与矽卡岩交截处、矽卡岩层间破碎带、接触面陡缓交替的凹陷处、舌状超覆体等部位,均为本区成矿最有利的构造部位。

3.4 蚀变控制因素

区内岩石蚀变种类多,但以矽卡岩化与成矿关系最为密切。矽卡岩化的强弱与规模是控制矿体形态、规模及钨锡富集程度的重要因素。在内接触带构造蚀变带-矽卡岩复合型钨锡矿床中,矽卡岩化均伴随有钨锡矿化;而在外接触带构造蚀变带-矽卡岩复合型锡铅锌矿床中,矽卡岩化亦伴随有锡铅锌矿化;接触带的矽卡岩钨锡矿化则主要局限于接触面上及矽卡岩层间破碎带中,并伴随有萤石化。因此,矽卡岩化是本区寻找矽卡岩型钨锡矿的

最主要标志。

4 结论

(1)锡田地区的地层、构造、岩浆岩等成矿地质条件均对形成矽卡岩型钨锡矿十分有利。

(2)区内矽卡岩型钨锡矿床可划分为矽卡岩型、构造蚀变带-矽卡岩复合型两种矿床类型,且各矿体规模较大,品位较高。

(3)矽卡岩型钨锡矿床主要受碳酸盐岩层位、岩浆岩侵位、断裂构造产状特征等因素控制。

参考文献:

- [1]伍式崇,罗洪文,黄韬.锡田中部地区锡多金属矿成矿地质特征及找矿远景[J].华南地质与矿产,2004(2): 21-27.
- [2]罗洪文,曾钦旺,曾桂华,等.湘东锡田锡矿田矿床地质特征及矿床成因[J].华南地质与矿产,2005(2): 61-67.
- [3]袁见齐,朱上庆.矿床学[M].北京:地质出版社,1985: 104-105.
- [4]莫柱孙,叶伯丹,等.南岭花岗岩地质学[M].北京:地质出版社,1980: 182-183.
- [5]陈国达.成矿构造研究法[M].北京:地质出版社,1985: 222-225.

Geological Characteristics and Ore Controlling Factors of Xitian Skarn-type W-Sn Deposit in Hunan Province

XU Huihuan, WU Shichong, YU Yangchun, XIE Youliang, LONG Weiping
(Zhuzhou Institute of Geological Survey, Hunan Geological Survey, Zhuzhou 412007 Hunan, China)

Abstract The Xitian skarn-type deposit is located within the contact belt of the Xitian granite body with the wallrock. The W-Sn orebodies exist in the skarn and carbonate blocks controlled by faults, so their shapes, occurrences and distributions of useful components are obviously controlled by the skarn and faults. This research shows that the carbonate strata, emplacement of granite magma and faults are the important controlling factors of forming the W-Sn deposit in the studied area.

Key words Skarn; W-Sn deposit; ore controlling factors; Hunan Province