



白钨矿矿床类型及其地质特征

江西省地质局赣南地质调查大队 林运淮

根据成矿物质来源,结合成矿作用、矿体产出部位和矿物组合等因素,本文将白钨矿矿床划分为二类五型十二亚型(表1)。

矿床地质特征

(一)层控白钨矿床 系指成矿物质来源于花岗岩的一类矿床,包括花岗岩浆演化末期—气化热液期形成的岩体型、夕卡岩型及石英脉型白钨矿床。此类矿床通常产于燕山期中—酸性岩体中,同位素年龄85~185 百万年,绝大多数为花岗岩,也有的产在碳酸盐、钙铝质层内。矿床产于距岩体2公里范围内。主要矿物是氧化物及含氧盐类,其次是硫化物。不仅有高温矿物组合,也有高中温蚀变类型。 δS^{34} 变化范围为5.0 ~ -9.77‰*,可能是岩浆晚期结晶阶段热液均一化所致。

1.岩体型钨矿床*:本类钨矿系指岩体中一部分或整个岩石含有浸染状、细脉浸染状或充填交代的白钨矿,构成可供工业利用的钨矿床。矿床类型以钨矿物浸染的岩石定名。

本类矿床多半是由陆源钨矿源层部分熔融产生的花岗岩浆形成,在分异演化的最后阶段随构造运动侵入地壳浅部。一般属一个大岩体的凸起部位。个别矿床(如阳储岭)是否存上地幔或陆壳同熔产物,尚有待研究。

根据我国十三个岩体型钨矿的含矿岩石特点,可分为变花岗岩型、斑岩型及玢岩型。其主要特点是:

(1)矿床主要分布在我国中生代燕山期酸性或中酸性小岩体出露地带及东南沿海中生代断陷活动带火山岩系中。岩体围岩主要为硅铝质岩石,

为一套片岩、石英砂岩、板岩等。另一类为碳酸盐岩—泥灰岩、透镜状灰岩及含钙质砂岩等。其次为含碳质较高的岩石。既有震旦系至奥陶系浅变质岩,又有侏罗系至白垩系的火山岩系及花岗岩。

(2)矿体赋存于小侵入体、岩脉或岩瘤中。

(3)矿石呈浸染状或细脉浸染状构造。

(4)含矿岩体一般沿二组断裂交叉处附近侵入。

(5)矿体具多种形态特征。

(6)矿物种类达30余种,以含大量白钨矿、少量黑钨矿和辉钼矿为特征。黑钨矿:白钨矿为50:50~0:100,个别20:80~30:70。向深部,白钨矿含量增高,黑钨矿减少。

(7)矿石品位较稳定, WO_3 含量0.15~0.51%,通常无高品位矿石。

(8)围岩蚀变复杂,既有面型,也有线型叠加。

(9)根据含矿岩体与夕卡岩型白钨矿床的共生关系,以及变花岗岩型和斑岩型钨矿的全岩分析结果, δO^{18} 值(SMOW)为9.47~12.41‰**;说明含矿岩体是在超浅成—浅成—中深条件下形成。

本类矿床工业矿化的分布深度常大于宽度,但难以与内接触带矿化弱的云英岩—石英网脉带型白钨矿床相区别。其鉴别标志列于表2。

变花岗岩型钨矿床(图1):矿体主要产于黑云母花岗岩、似斑状细粒二云母花岗岩、白云母花岗岩中,为钨过饱和系列,呈筒状、长条状、带状、似层状、盖状等。矿物共生组合主要有:白钨矿—黑钨矿—辉钼矿、白钨矿—辉钼矿、白钨矿—黑钨矿—铌钽矿物。另外还有锡石、方铅

* 据冶金部地质研究所测定。

** 林运淮,1979,岩体型钨矿,909队地质情报(内部)。

*** 据宜昌地质矿产所测定。

表 1

原生白云母矿床分类表

类	型	亚型	成矿作用	产出部位	火成岩	围岩	产状形态	矿物共生组合	矿石结构构造	围岩蚀变	规模	矿床实例
岩控钨矿	岩体型	1. 变花岗岩型	岩浆— 热液作用	岩体顶部 或边缘	中细粒白 (2) 云母 花岗岩	中细粒白(2) 云母花岗岩	带状、 椭圆形	白钨矿—辉钨矿 白钨矿—黑钨矿	细脉浸染	钾化、钠化、白 云母化、蒙脱石 —绢云母化	中至 巨型	红岭、头天门、行洛坑
		2. 斑岩型	火山— 热液作用	岩体边缘	花岗闪长 斑岩、石英 英斑岩	花岗闪长斑 岩、石英英 斑岩	带状、 似层状	白钨矿—辉钨矿 白钨矿—黑钨矿	细脉浸染	钾化、硅化、黑 云母化、石英— 绢云母化	中型	阳德岭、莲花山
		3. 玢岩型	岩浆— 热液作用	岩体 (脉)中	闪长玢岩	闪长玢岩	带状、浸状	白钨矿	浸染、细脉浸染	矽卡石化、黑 云母化	中型	陶河、岫美山
	夕卡岩型	4. 夕卡岩型	气化— 热液作用	接触带	花岗岩	灰岩、大理岩	囊状、透 镜状、带状	白钨矿—黄铜矿 方铅矿、闪锌矿	浸染	夕卡岩化、 硅化	中型	铅厂、桂阳
		5. 复合夕卡岩型	气化— 热液作用	接触带	花岗岩	灰岩 钙质砂岩	囊状、 透镜状	白钨矿—黑钨矿 —锡石—辉钨矿 —辉钨矿	浸染、细脉浸染	夕卡岩化、云 英岩化	巨型	柿竹园
	石英脉型	6. 内接触带大脉型	气化— 热液作用	岩体中	花岗岩	花岗岩	脉状	白钨矿—硫化物	块状	云英岩化、绢 云母化	中小型	芙蓉
		7. 内接触带细脉带型	气化— 热液作用	岩体边缘 或岩体中	花岗岩	花岗岩	带状	白钨矿	块状	云英岩化、电气 石化、绢云母化	中型	司徒堡
		8. 外接触带大脉型	热液作用	岩体上部 大理岩中	花岗岩	碳酸盐岩	脉状	白钨矿	块状	碳酸盐化、硅化、 黄铁矿化	中型	白云山、大山
层控钨矿	叠生层控型	9. 碳酸盐岩— 砂岩组合型	沉积— 热液叠加 改造作用	花岗岩附 近沉积— 变质岩中	花岗岩	碳酸盐岩	层状	白钨矿—方铅矿 —闪锌矿	条带状、 浸染状	夕卡岩化、硅化、 黄铁矿化	大中型	瑶岗仙、青塘、熊里、 岗鼓山、永平等
		10. 片麻岩组合型			花岗岩	片麻岩	层状	白钨矿—磁黄 铁矿	浸染状	夕卡岩化、硅化、 黄铁矿化	中小型	乌石坑
	后生层控型	11. 碳酸盐岩— 页岩组合型	内生淋 滤作用	含矿岩系 附近	无	板岩、泥灰岩	层状	白钨矿—辉钨矿 —自然金—辰砂	条带状	退色化、伊利石 化、黄铁矿化	中型	沃溪、西安、西冲
		12. 砂岩组合型	沉积— 热液充填 交代作用	花岗岩附 近沉积岩中	花岗岩	砂岩	层状	白钨矿—方解石 黑钨矿—硫化物	条带状、 脉状	黄铁矿化、硅化、 绢云母化	大中型	大明山等

岩体中不同类型矿床对比表

表 2

矿床类型	侵入体大小	矿体形状	矿物组合	矿石结构构造	矿体内部结构	围岩蚀变
岩体型	一般小于 0.5 km ² , 个别达 1 ~ 1.5 km ²	全岩式, 与岩体形状一致; (一) 三轴不等的椭球状, (二) 似层状, (三) 带状, (四) 岩盖状	全为白钨矿, 或含大量白钨矿, 常与黑钨矿共生, 伴生大量辉钼矿和其他共生矿物	浸染状、细脉浸染状	石英细脉一般小于 1 cm, 或呈大量细脉微裂隙产出, 大于 2 cm 少数, 个别可达数十厘米, 含脉率 0 ~ 20, 含脉密度 0 ~ 30	面型蚀变, 线型重叠, 钾化、钠化、石英-绢云母化、绿帘石-绿泥石化。线型云英岩化、硅化、黑云母化、钠闪帘石化
云英岩-石英网脉带型	岩体顶部、岩基边缘	带状	白钨矿组合, 其他共生矿物简单	块状、细脉状为主, 浸染状极为次要	稀疏至密集石英小脉, 脉幅一般二至数十厘米, 含脉率 3 ~ 20。脉间一般为云英岩或云英岩化花岗岩	线型蚀变的云英岩带体

矿、闪锌矿、石英、长石、黄玉等 20 余种矿物。 WO_3 品位较均匀, 只有含铌钽的白钨矿床 WO_3 含量变化较大, 但因铌钽分布均匀而连续, 故不影响整个矿体的矿化连续性。围岩蚀变有钾化、蒙脱石化、白云母化等, 往往具面型分布。局部为钾化、云英岩化、硅化等。

斑岩型钨矿床 (图 2): 矿体主要产于石英斑岩、花岗闪长斑岩中。为燕山期火山作用的产物。矿床的形成一般伴随有隐爆角砾岩构造, 它往往控制着矿体的展布。矿体形态有带状, 次为长条状、扁豆状、似层状等。矿物共生组合有白钨矿—黑钨矿—硫化物, 白钨矿—辉钼矿。共生矿物主要有黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿、长石、石英、方解石等 20 余种。围岩蚀变呈面型, 且有分带现象, 自矿体往外往往为石英—绢云母化带→钾化带或绿泥石—绢云母化带→绿泥石—绢云母化带, 有的矿床有硅化、碳酸盐化等。

玢岩型钨矿床 (图 3): 白钨矿呈浸染状、细脉浸染状分布于石英闪长玢岩或闪长玢岩中, 多

分布在岩筒顶端的凹部或岩墙之上部。矿体形态

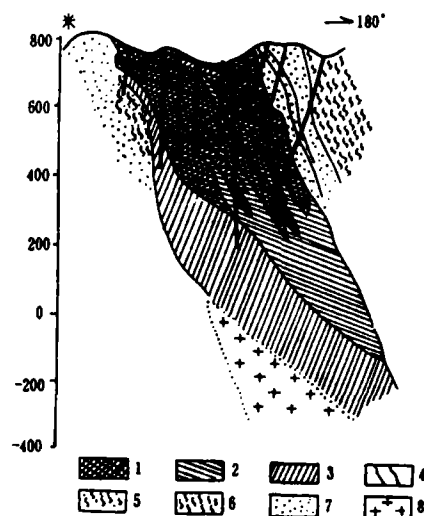


图 1 行洛坑钨矿床剖面

1 - 钨钼矿体; 2 - 推断钨钼矿体; 3 - 推断钼矿体; 4 - 黑钨矿石英大脉; 5 - 长石石英-黑云母角岩带; 6 - 绢云母-绿泥石角岩带; 7 - 石英云母角岩带; 8 - 中粒花岗岩

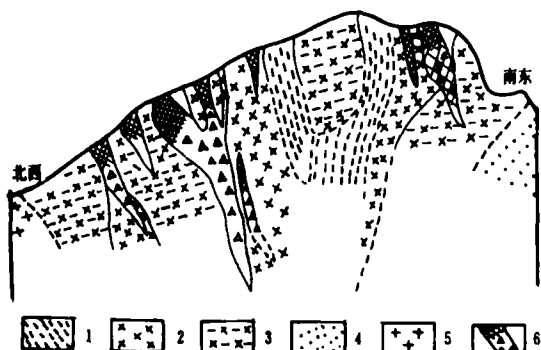


图2 莲花山矿床地质剖面示意图

- 1 - 由石英斑岩蚀变的钾化带; 2 - 由石英斑岩蚀变的石英-铜-钼母化带; 3 - 由砂岩蚀变的石英-铜-钼母化带;
4 - 由砂岩蚀变的绿泥-铜-钼母化带; 5 - 花岗岩; 6 - 隐爆角砾岩中的网状及角砾状富矿体

呈长条状、箕状、脉状等。矿物为白钨矿组合，共生有黄铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿、黝帘石等20余种。围岩蚀变主要为面型的黝帘石化及石英绢云母化，次有纤闪石化、黑云母化及绿泥石化等。

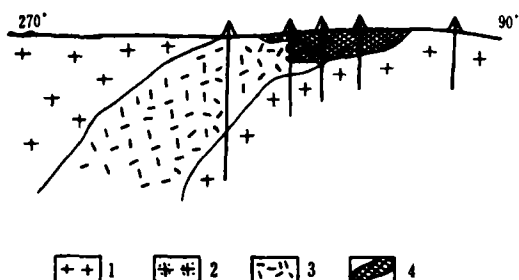


图3 陶河矿床地质剖面示意图

- 1 - 中粒黑云母花岗岩; 2 - 花岗岩;
3 - 矿化闪长玢岩; 4 - 工业矿体

2. 夕卡岩型白钨矿床*的地质特征: 这类矿床一般是岩浆期后气液交代作用形成，产在酸性（个别偏中性）花岗岩和碳酸盐类岩石接触带附近，白钨矿呈浸染状、小脉状分布在夕卡岩里形成矿体，主要受接触带构造控制，矿体形态主要呈囊状、透镜状、扁豆状，形态复杂。

夕卡岩形成过程大体经历了二个时期。(1) 夕卡岩化时期，最早出现无水硅酸盐，如透辉石、钙铝-钙铁榴石、符山石、硅灰石、方柱石等。这

些夕卡岩矿物经均化法测定，形成温度为400 ~ 440℃。此后，便开始形成钾长石、斜长石等。其次为白钨矿、锡石、日光榴石、香花石、磁铁矿等。(2) 石英硫化物期，早期生成绿帘石、绿泥石、绢云母、碳酸盐、石英。金属矿物有白钨矿、辉钼矿、磁黄铁矿、毒砂等，形成温度为213 ~ 245℃，相当于中温热液阶段。晚期大量产生石英、碳酸盐矿物、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黄铁矿等。不同矿床其矿化亦有明显差别。

由于矿化作用的多期性，夕卡岩白钨矿床往往被云英岩或不同期次的含钨细脉带重叠，形成规模巨大、组分复杂的复合夕卡岩白钨-黑钨矿床。如柿竹园矿床，位于千里山花岗岩复式小侵入体之接触带上；夕卡岩白钨矿化结束之后，产生云英岩-黑钨矿化→辉钼矿、辉铋矿化→锡铍矿化→弱云英岩黑钨矿化→铜铅锌矿化等。扩大了原夕卡岩白钨矿床的规模。

3. 石英脉型白钨矿床的地质特征 这类矿床多在高一中温条件下形成，特点是：

(1) 含钙较高的围岩是这类矿床形成的重要条件，矿脉（带）一般产于碳酸盐岩或钙硅质岩石或二斜-富斜花岗岩中，因有较丰富的 CaCO_3 ，能与 WO_3 发生离子交换而形成白钨矿。

(2) 裂隙构造控制矿床的形态，矿脉（带）一般呈群带分布。

(3) 矿脉（带）往深部断续插入花岗岩体中，并尖灭于岩体内。

(4) 共生矿物简单，工业矿物主要为白钨矿及萤石。

(5) 沿矿脉走向 WO_3 品位常富集于中部，沿倾斜富集于中下部。

(6) 在花岗岩中脉侧围岩蚀变主要为云英岩化、绢云母化。在碳酸盐岩或钙硅质岩石中有黄铁矿化、硅化。

根据石英脉的宽度及密集程度，产出部位可分为内接触带大脉型、细脉带型及外接触带大脉型三种。

(1) 内接触带大脉型及细脉带型。大脉型是

* 林运淮，中国南部钨矿床工业类型，地质评论，1980年第4期。

指矿脉厚度 $>10\text{cm}$ ，脉间间距 $>2\text{m}$ 的矿脉。细脉带一般指大部分矿脉脉幅 $>10\text{cm}$ ，脉距 $<1\text{m}$ ，并较密集的带体。这两种矿床多发育于中粒二长花岗岩中（图4），长达 2km ，细脉沿走向和倾斜常合并为大脉，单体脉（带）长 $200\sim >1000\text{m}$ ，厚 $0.2\sim 12\text{m}$ 不等。

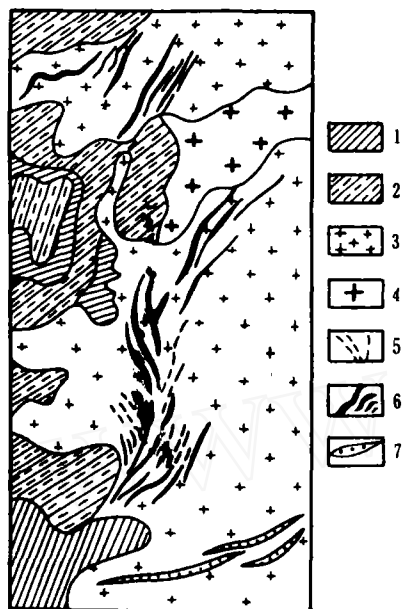


图4 司徒堡白钨矿床平面示意图

1 - 寒武系炭质板岩夹薄层灰岩；2 - 震旦系片岩、砂岩、粗砂岩；3 - 燕山期中粒黑云母花岗岩；4 - 燕山期粗粒黑云母花岗岩；5 - 含白钨矿电气石石英脉；6 - 含白钨矿石英大脉、细脉带；7 - 绢云母化硅化破碎带

根据矿脉组份、围岩蚀变及矿化强度可分为：
①含白钨矿似伟晶岩脉（石英 $>60\%$ ，长石 $30\sim 40\%$ ，白云母 $>3\%$ ）或含长石石英脉，脉侧云英岩化强烈，常见侧现或分枝复合，变为厚度较大的云英岩—石英细脉带（图5）。白钨矿化较强。
②含白钨矿电气石石英脉，脉侧有强烈的云英岩化及电气石化，含大量电气石，白钨矿化强。
③白钨矿石英脉，脉侧云英岩化强烈，含电气石极微，白钨矿较多。
④绢云母化硅化石英脉，白钨矿化微弱。

矿脉局部形态变化较大，呈板状、囊状、入字状等。矿石中工业矿物为白钨矿，脉石矿物有石英、长石，次为白云母、电气石。金属矿物中尚有微量锡石、毒砂、黄铁矿、黄铜矿等。 WO_3 品位 $0.164\sim 3.407\%$ 。品位变化系数为 59% ，厚度变化系数为 $24.3\sim 39\%$ 。

脉侧围岩蚀变主要为云英岩化、电气石化、硅化及绢云母化等。

根据矿物共生组合、围岩蚀变和矿物测温（爆裂法，电气石 311°C ，白钨矿 $298\sim 302^\circ\text{C}$ ）结果，矿床形成于高温热液阶段。

(2) 外接触带石英脉型矿床。多产于中泥盆统棋子桥组灰岩、条带状灰岩及页岩中。严格受张断裂控制（图6）。矿脉长 $1000\sim 2900\text{m}$ ，厚 $0.5\sim 35\text{m}$ 。沿走向中间大，两端小；沿倾斜中部厚，往下插入花岗岩体并逐渐尖灭。

矿石中工业矿物为白钨矿，少量黄铁矿，微

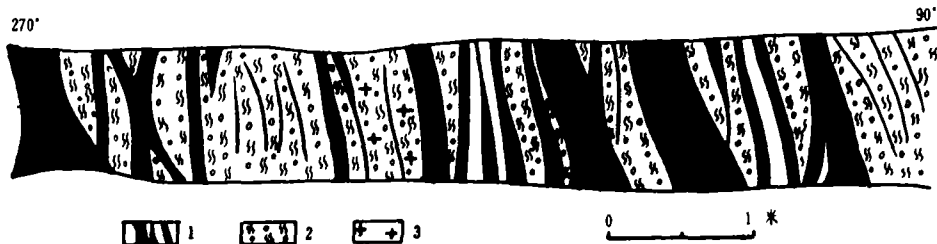


图5 云英岩—石英细脉带结构素描图

1 - 石英脉；2 - 云英岩化；3 - 花岗岩

量黑钨矿、黄铜矿、磁铁矿、闪锌矿等。非金属矿物有石英、方解石、萤石、磷灰石、长石、玉髓、滑石、石榴石、绿泥石等。矿石品位较均匀， WO_3 $0.2\sim 0.5\%$ ，往下有变富的趋势。矿脉进入岩体后硫化物增加， WO_3 下降。品位变化系数

为 $120\sim 170\%$ ，厚度变化系数为 $80\sim 100\%$ 。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、夕卡岩化、绿泥石化和叶腊石化等。

鉴于上述，矿床主要形成于高中温热液阶段。

(二) 层控钨矿床* 是指受一定岩性组合或特定层位控制的, 呈层状—似层状的, 一般与

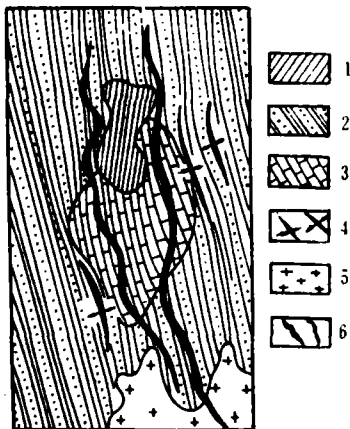


图6 大山白钨矿床地质略图

1 - 页岩; 2 - 砂岩页岩互层; 3 - 灰岩; 4 - 背斜、向斜轴; 5 - 花岗岩; 6 - 白钨矿石英脉

地层整合的钨矿床。这类矿床的成矿物质是多来源的, 成矿过程是多阶段的, 成矿作用是多因素的, 矿体形态是层状—似层状的, 矿物共生是多组合的。据此, 把层控钨矿床分为二型四亚型(见表1)。

这类矿床一般产在含矿岩系或含矿层中。所

谓含矿岩系是指区域上某一特定时代地层的岩石组合, 与其他组合相比含钨丰度较高, 一般高出克拉克值1~2个数量级, 且其中某些单层常富集具工业价值的钨矿床。含矿层是指含矿岩系中的某一单层或若干互层, 含矿丰度比含矿岩系高, 除局部地段发育工业矿体外, 一般未到达工业品位的岩层。

含矿岩系厚度至千余米, 含 WO_3 一般在 $0.005 \sim 0.01\%$ 。含矿层一般含 WO_3 $0.010 \sim 0.070\%$ 。

1. 叠生层控白钨矿床的地质特征 这类矿床既有同生成因又有后生成因。同生造矿元素是叠生矿床形成的基础, 叠生作用是形成矿床的必要条件。在宏观上矿体往往与围岩呈同步褶皱, 具沉积韵律和层纹状构造。根据这类矿床地质特征, 可分为碳酸盐岩—砂岩组合—似夕卡岩型、片麻岩组合—似夕卡岩型二种。根据如下五条标准可与夕卡岩型白钨矿床区别(表3)。

这类矿床、控矿层位主要有上下寒武统, 中泥盆统, 下石炭统。矿床附近多半有含矿岩系和含矿层存在。

由于构造应力作用和花岗岩的侵入, 产生高热使含矿岩系受到显著的改造, 使围岩中的裂隙

沉积—改造似夕卡岩型与夕卡岩型钨矿床对比

表3

沉积—改造似夕卡岩型钨矿床	夕卡岩型钨矿床
1. 石榴石、辉石等钙—镁—铁硅酸盐矿物, 是由热变质原岩就地改造而成, 属硅钙质角闪岩部分, 后期热液叠加可有双交代作用, 分布有固定层位	1. 石榴石—辉石等钙—镁—铁硅酸盐矿物, 由碳酸盐岩在侵入体附近高温受热带中, 经双交代或渗透交代而成, 分布无固定层位
2. 矿体受地层控制, 常分布于两种不同岩石的过渡带中	2. 多分布于岩体与碳酸盐岩接触面上, 受接触带控制
3. 矿体一般呈层状、似层状, 形态简单, 与地层整合	3. 矿体呈囊状、港湾状、长条状、带状, 形态复杂, 常不与地层整合
4. 白钨矿常浸染于难交代的砂岩中	4. 白钨矿一般浸染于夕卡岩矿物集合体的裂隙中, 呈小脉状
5. 矿石条带状构造较普遍	5. 矿体常为脉状、浸染状构造, 条带状构造少见

* 林运淮, 层控钨矿床, 江西地质学会《江西地质》, 1980年第3~4期。

水、毛细管水变为热水溶液，与岩浆矿化气液重叠加于热变质的硅钙质角岩之上，并使一部分矿层在形态上、矿石物质组分、矿石结构构造、围岩蚀变等方面产生如下变化：

(1) 变质作用：由于花岗岩侵入，在热变质作用下岩石产生重结晶及矿物重新组合，灰岩变成大理岩或结晶灰岩。新出现的石榴石、硅灰石、透辉石等受后期热液叠加又产生阳起石、透闪石等钙—镁—铁硅酸盐类矿物，并有较均匀的石英和方解石。钙镁质角岩为其主要特征，这类角岩不受接触带控制，而与围岩岩性有关，呈层状分布。

(2) 矿体形态：由于断裂裂隙的影响，矿化气液沿此充填交代与原生矿层重合交错，从而改变了矿体的形态，或在一些层间破碎、裂隙发育有利地段交代成夕卡岩矿体，表现出矿体刺穿层理，分枝复合，斜交层理，褶皱状等后生形态特征。

(3) 矿物组合：由于矿液充填交代，白钨矿及黄铜矿等浸染在硅镁质角岩的透辉石、石榴石、阳起石等矿物的间隙中，或浸染在夕卡岩中，一般有白钨矿小脉产出。后生白钨矿与原来沉积或重结晶白钨矿的区别，前者晶体粗大而交替结构明显，后者晶体细小呈星散点状，与立方体黄铁矿分布在砂岩里，黄铁矿晶面条纹比较清楚。或白钨矿呈星散点状分布在硫铁矿中。

(4) 矿石结构构造：矿石呈致密状和浸染状构造，特别是与白钨矿层共生的层状胶黄铁矿及变斑晶黄铁矿，仅出现离岩体较远部位。离岩体近，温度较高，压力较大，重结晶作用强，胶状沉积等原生矿物保留极少。

(5) 矿物相：在白钨矿—硫铁矿组合的矿床中矿物相变化较为明显。各矿层不同部位受热液叠加改造最明显的黄铁矿转化为磁黄铁矿，由于转化条件不同，在同一硫铁矿层中这二种矿物分段富集，往往磁黄铁矿呈条带状、团块状包围黄铁矿。自岩体向外矿层排列有明显分带现象。一般随着温度、压力的降低出现磁黄铁矿层→磁黄铁矿、白钨矿、黄铁矿层→含钨赤铁矿层，由于黄铁矿易于转化为磁黄铁矿，往往把白钨矿体

包于磁黄铁矿层中。单一厚层的硫铁矿层亦有分带现象。距岩体由近而远温度由高而低依次出现磁黄铁矿带→白钨矿带→磁黄铁矿、黄铁矿带→黄铁矿带。

控制黄铁矿转化为磁黄铁矿的决定因素是温度升高与硫的活度降低（图7），其反应式为：

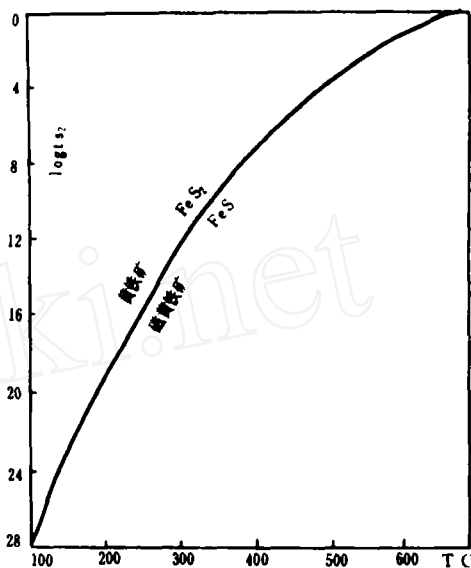
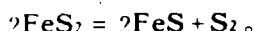


图7 黄铁矿与磁黄铁矿稳定曲线

（据梶原良道，1970）

矿层中大部分黄铁矿转变为磁黄铁矿后，又被后来的透辉石脉、黄铜矿—黄铁矿脉及石英脉切割。

(6) 富矿体位置：由于受热液叠加及构造应力作用的影响，矿质被活化转移或重结晶，富矿体常随岩层弯曲而富集于褶皱的鞍部。

(7) 围岩蚀变：主要表现为蚀变类型增加、交错重叠，更加复杂。

由于矿床围岩岩性组合的不同，含矿岩系中造矿元素与矿化气液的差异，导致不同矿石建造与不同规模矿床的形成：

① 碳酸盐岩—砂岩组合—似夕卡岩型白钨矿床。为层控钨矿的主要类型，控矿层位较广，具大量夕卡岩矿物及强烈的白钨矿化。矿体呈层状、似层状。一般矿床规模较大，已知长、深均在千米以上，厚数十米，品位较高。矿体一般在灰岩—砂岩接触过渡带或砂岩中，少数在灰岩中，常

与地层整合(图8)。矿体常随地层弯曲,与花岗岩接触带保持一定距离。矿物组合主要有白钨矿建造、白钨矿—磁黄铁矿建造;共生矿物有锡石、黄铜矿、黑钨矿、绿柱石、石英、石榴石、透辉石、硅灰石等50余种。

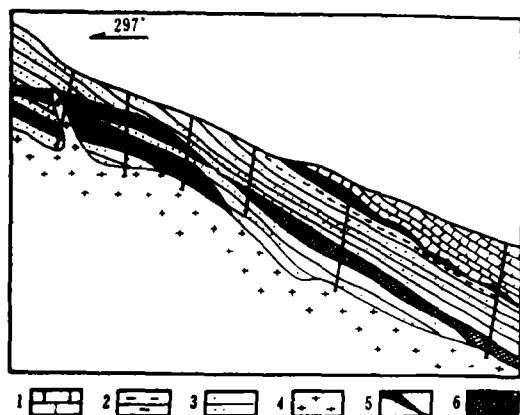


图8 瑶岗仙钨矿地质剖面示意图

1 - 大理岩; 2 - 角岩; 3 - 砂岩; 4 - 花岗岩;
5 - 似夕卡岩白钨矿层; 6 - 细脉浸染状钨矿层

在矿体内,由于后期矿液的叠加,不同程度的有矿化细脉穿插,如白钨矿—硫化物小脉、含钨石英脉、石英—白云母细脉、方解石—硫化物脉等等。矿石呈条带状、角砾状构造。围岩蚀变有夕卡岩化、黑云母化、钾化、钠化、云英岩化、黄铁矿化、绢云母化等,反映了多期蚀变的复杂性。

综上所述,矿床的形成,是在同生矿床或在含矿岩系的基础上,经构造变动,层间破碎,矿化气液选择灰岩与砂岩过渡有利地带交代充填的产物,矿源来自沉积岩与花岗岩。

2 片麻岩组合—似夕卡岩型白钨矿床。分布于下寒武统片麻岩系中,含矿岩系由黑云斜长片麻岩夹长英变粒岩、斜长角闪石片岩、石墨片岩及透镜状灰岩组成。因区域变质及花岗岩侵入的热变质作用,形成透辉石、阳起石、石榴石等硅钙质角岩。白钨矿往往浸染在角岩的矿物间隙中。矿体呈层状—似层状,透镜状,与片理产状大体平行,和硫铁矿体断续延长数十公里,单体白钨矿规模较小,白钨矿体与硫铁矿体密切共生。矿物组合主要有白钨矿、磁黄铁矿、黄铁矿、方铅矿、白铁矿等。矿石呈致密块状、浸染状、条

带状。 WO_3 含量 $0.1 \sim 0.3\%$,围岩蚀变有硅化、绿泥石化、绢云母化等。

这类矿床发现的时间不长,研究程度不高,其矿质部分是否来自花岗岩?尚不清楚,有待进一步研究。

2. 后生层控白钨矿床 指晚于围岩形成的地质作用产生的白钨矿床,以及矿质不是来自岩浆,也不是来自地表水,而是来自地壳岩石的所谓“后生”、“侧分泌”、“再生”、“次生热液”、“复生”、“重生”、“矿源层”等有关的钨矿床。

(1) 碳酸盐岩—页岩组合—岩生白钨矿床

已知的“岩生”钨矿床分布在雪峰山隆起区内,在四条成矿带中赋存着十余个不同矿石类型的白钨矿床、钨锡金矿床及金矿床,赋矿层位有元古代板溪群,岩性为薄层碳酸盐岩和板岩。矿床附近20至40公里内没有岩体,岩体产在含矿岩系和含矿层中。含矿岩系厚达千余米,由板岩夹薄层灰岩或钙质板岩组成,含矿层长数十至八十余米, W、Sb、Au、Hg等均高于地球化学背景值,在含矿层中矿体以层间脉为主,交错脉极次要。

层间脉即层状、似层状整合矿体,包括受含矿层控制的层间脉侧羽状细脉带,脉侧节理脉。单条脉体长数十至三百余米,延深300~1700余米,厚数十厘米,一般延深大于长度,深部盲矿脉较多。单脉呈扁豆状、藕节状等。灰岩含矿层中的层状—似层状整合矿体呈致密状,由微粒方解石、白云石、粉状石英、鳞片状绢云母及层中充填的白钨矿、方解石脉等组成。矿体与含矿层无明显界线。单矿体长数十至800余米,厚数十厘米至三米余,延深最大者达1100米以上。

板岩含矿层中的矿体矿物组合主要有白钨矿—辉锑矿—自然金。灰岩中矿体的矿物有白钨矿,其次为自然汞、辰砂及其他硫化物。矿石中普遍有条带状、角砾状及块状构造。围岩蚀变有褪色化、黄铁矿化、伊利石化、碳酸盐化等。

1 湘黔汞矿带北段成矿区内的四条成矿带中 W、Sb、Au、Hg地球化学异常普遍增高。2 附近不但无火成岩出露,亦无可作为判断深部有隐伏岩体存在的标志。3 钨、锑、金矿体主要呈层状—似层状受含矿层控制。含金石英脉主要受裂隙带

控制。④在含矿层中普遍有规模较大的中—低温蚀变带存在，比一般与岩体有关的脉钨矿床脉侧蚀变大数至数十倍，表明有热液渗过其间。⑤矿床的测温资料表明，层状—似层状矿体形成温度颇高（白钨矿310℃，黑钨矿313℃），但其共生组分和赣南、粤北、湘东一带与花岗岩有关的脉钨矿床差异极大。共生矿物简单，无含挥发组分高的矿物。⑥矿田内十个矿床的硫同位素组成对比表明*（图9），钨—铋—金层状—似层状整合矿体离差程度较大，与赣南、粤北变质岩中脉钨矿床硫同位素组成有明显区别，与国内外岩生矿床极近似。由此推断矿质来源于陆壳。从矿床中石英氧同位素组成（ $\delta O^{18}SMOW$ 值为15~18.3‰）亦可得到证明。

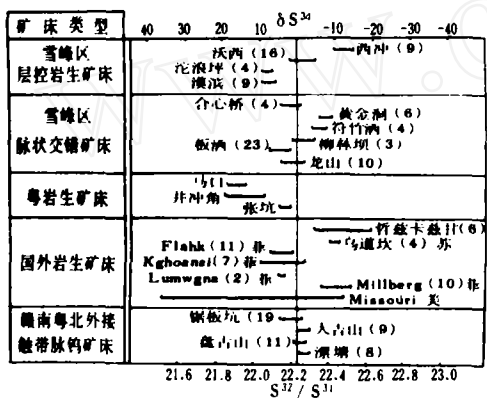


图9 硫同位素组成对比
(括号内为样品数)

(2) 砂岩组合—热液充填交代白钨矿床。分布于中上泥盆统或下泥盆统与寒武系不整合面附近（图10），与其他类型钨矿伴生。矿床规模巨大，品位低但较均匀（ WO_3 0.1~0.25%）。矿体呈层状—似层状，受岩性组合控制。局部形态复杂，矿层由多向小短脉组成。矿物组合简单。

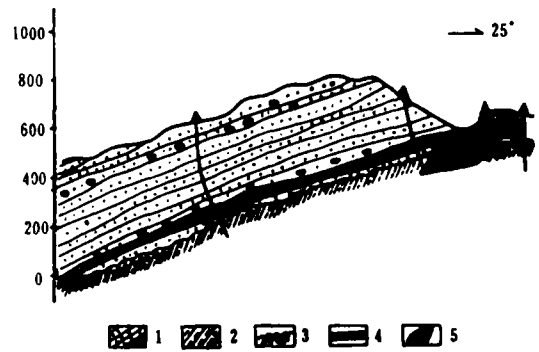


图10 大明山矿床剖面示意图
1 - 下泥盆统砾岩、砂岩、页岩；2 - 寒武系砂岩夹板岩；
3 - 不整合界线；4 - 后生层控型钨矿体；5 - 变花岗岩型钨矿体

若附近有灰岩含矿层或含钙较高的岩层，易于形成白钨矿，一般属白钨矿—方解石组合。共生矿物有石英、绢云母、黑云母、白云母、萤石、电气石、透辉石、透闪石等。若矿层含钙较低，一般形成黑钨矿—硫化物组合。共生矿物有辉钼矿、辉铋矿、黄铜矿等。黑钨矿常呈条带状或微层与围岩同步褶皱。常见的围岩蚀变有黑云母化、黄铁矿化、硅化及褪色现象。

这类矿床往往与花岗岩体毗邻，受地层组合控制，但裂隙发育，矿石中含挥发分矿物较多。矿石结构构造显示后生成矿特征。可见，成矿物质部分来自花岗岩，成矿作用充填与交代两种方式并存。

本文的实际材料来自广东、福建、湖南、广东、广西五省（区）地质局及冶金地质勘探公司所属有关地质队，和有关科研单位。本稿承冶金部北京地质研究所康永孚所长、赣南地质队王云政工程师指正，提出宝贵意见，在此一并致谢。

* 国外同位素数据引自张理刚《硫同位素在地质科学上的应用》，吉林地质研究所，1978年。广东同位素数据引自卢炳“几种不同成因硫铁矿床黄铁矿矿物标型特征和地球化学特征”，《广东地质科技》，1980年。其他硫同位素数据为冶金部地质研究所和吉林冶金地质研究所测定。