

湘南地区钨矿成矿地质特征

张怡军 黄光华 尚立晓 陈曦 漏鱼 肖颖斌

(湖南省湘南地质勘察院, 湖南郴州 423000)

摘要:湘南地区钨及钨多金属矿床(点)分布广泛,类型复杂,它们的形成除与花岗质侵入岩体直接相关外,同时还受到区域地层和地质构造等因素的共同制约。笔者从钨矿的地质背景、分布特征、矿床特征的研究,进而总结了区域钨矿的成矿规律。

关键词:钨矿;矿床类型;分布特征;成矿规律

中图分类号:P618.67 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2014)01-0246-10

湘南地区钨矿床数量多,规模大、类型齐全、矿物组分复杂,矿石质量好,矿床经济价值高,是世界钨矿的最主要产区,也是中国及世界最大的钨矿聚集区,产量足以对世界钨市场产生决定性影响。因此湘南地区以其丰富的钨资源举世闻名。近年来国土资源大调查中,湘南地区以钨为主的找矿工作取得了丰硕成果,实现了找矿新的突破。

1 钨矿成矿地质背景

湘南地区地处扬子与华夏板块的交接地带,即茶陵—郴州断裂带,断裂倾向南东,西盘向东的俯冲造成西部拗陷、东部隆起的构造格局^[1]。区域成矿地质条件优越,是中国南方有色、稀有、稀土、放射性矿产的重要成矿远景区带。

区内发育自中元古代蓟县纪至古近纪的各时代地层,而泥盆纪—石炭纪地层中的灰岩、含泥质灰岩、白云岩等碳酸盐岩是主要的有利赋矿层位^[2]。本区位于华南褶皱系湘南加里东—印支穿插褶皱带^[3],构造变形强烈,褶皱断裂发育,演变历史悠久,经历了地槽、地台、地台活化等三个构造发展阶段,由此形成了由断裂、褶皱、构造盆地等组成的较为复杂的变形格架。区域主干断裂有NE—NEE

向和NW向两组,NE—NEE向主干断裂自西而东主要有新宁—邵阳断裂、茶陵—郴州断裂、桂东—汝城断裂等,断裂大多倾向南东,少数倾向北西,并以压(扭)性或逆冲为主;断裂常控制了燕山期陆相盆地的发育。区内以茶陵—临武深大断裂为界,西部为相对拗陷区,东部为相对隆起区,所以东、西部褶皱表现出明显的构造差异,西部加里东褶皱分布范围很少,而印支期褶皱分布范围很广,东部加里东褶皱分布范围很广,而印支期褶皱居次、燕山期褶皱分布零星。断裂构造西部南北断裂分布广、规模大,东部断裂走向略有弯曲,长30~40 km,为断面倾向东或西的逆冲断裂,倾角60°~80°,断裂常被燕山早期的花岗岩体所侵入,又为燕山晚期的花岗斑岩、石英斑岩所截切。

区内岩浆活动频繁,由加里东期至燕山期均有岩体出露,分布大小岩体100余个,且岩类全、分布广,占本区总面积的18%(图1)。据岩体同位素年龄样统计^[4-5],岩体形成时代在570~66 Ma,在各期岩体中,燕山期(161~131 Ma)花岗岩分布最广,约占花岗岩类出露总面积的55.2%。其中又以燕山早期晚阶段花岗岩出露面积最大,占花岗岩类出露总面积的45.4%。重要的成钨岩体主要是燕山期

收稿日期:2013-03-25;改回日期:2013-10-28

基金项目:湖南省地质矿产勘查开发局研究项目(湘地科[2011]007号)资助。

作者简介:张怡军,男,1955年生,高级工程师,长期从事地质找矿及研究工作;E-mail:zyj2401@163.com。

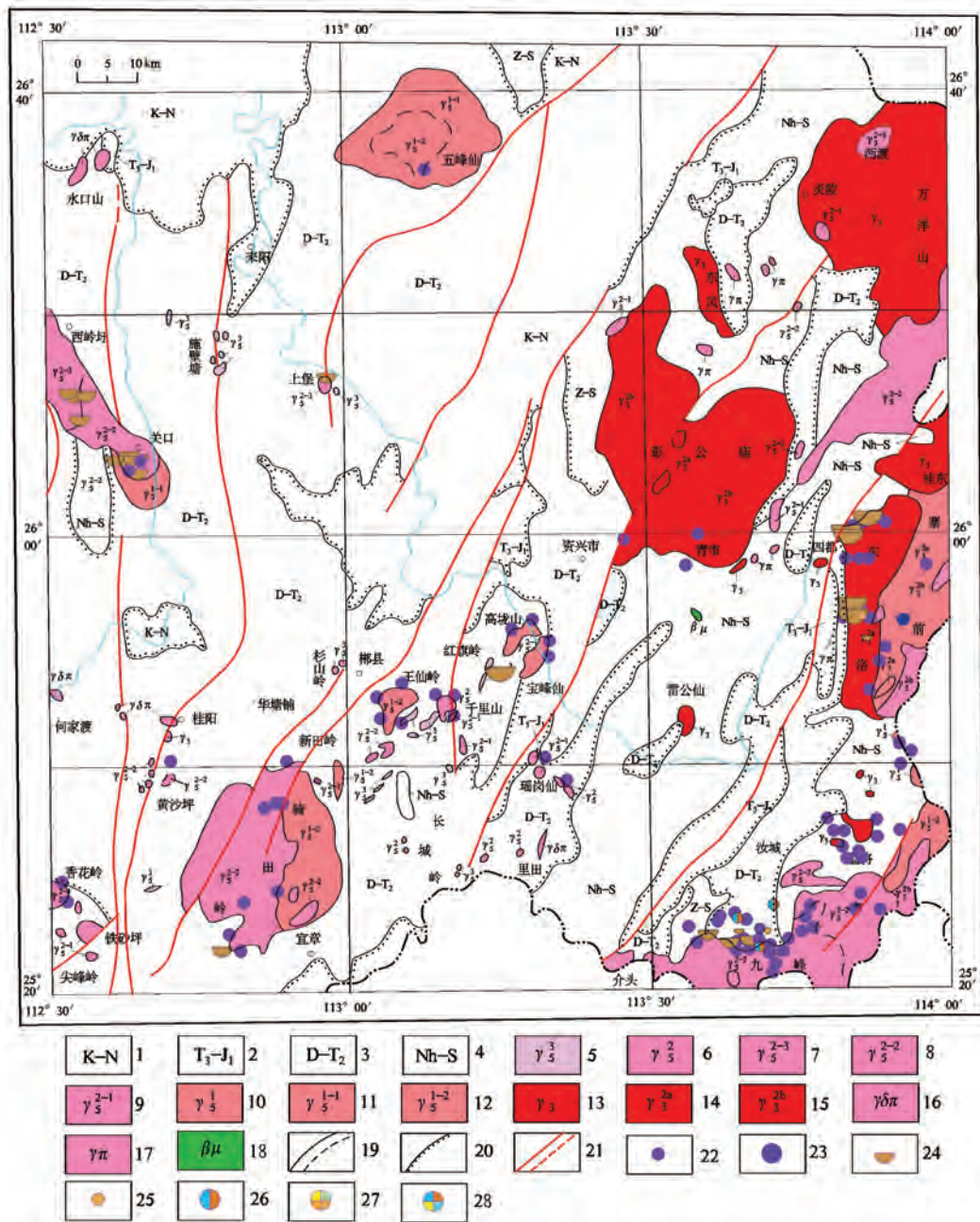


图1 白云仙—五峰仙地区矿床(点)分布图

1—白垩系—新近系;2—上三叠—下侏罗系;3—泥盆系—中三叠系;4—南华系—志留系;5—燕山晚期花岗岩;6—燕山早期花岗岩;7~9—依次为燕山早期第三、二、一阶段花岗岩;10—印支期花岗岩;11~12—依次为印支期第一、二阶段花岗岩;13—加里东期花岗岩;

14~15—依次为加里东期第二阶段第一、二次侵入体;16—花岗闪长斑岩;17—花岗斑岩;18—辉绿玢岩;19—实、推测地质界线;20—不整合界线;21—实、推测断层;22—钨矿;23—钨锡钼铋矿;24—钨锡矿;25—钨钼矿;26—钨锡钼矿;27—钨钼铋矿;28—钨铜矿

Fig.1 Distribution of ore deposits (ore spots) in Baiyunxian-Wufengxian area

1—Cretaceous-Neogene; 2—Upper Triassic-lower Jurassic; 3—Devonian-middle Triassic; 4—Nanhua system- Silurian; 5—Late Yanshanian granite; 6—Early Yanshanian granite; 7—9—3rd, 2nd and 1st stage granite of early Yanshanian period; 10—Indosinian granite; 11—12—1st and 2nd granite of Indosinian period; 13—Caledonian granite; 14—15—First and second invasive bodies of 2nd stage of Caledonian period; 16—granodiorite-porphry; 17—granite porphyry; 18—diabase porphyrite; 19—actual/conjectural geological boundary; 20—angular unconformable boundary; 21—actual/conjectural fault; 22—tungsten ore; 23—tungsten-tin-molybdenum-bismuth ore; 24—tungsten-tin ore; 25—tungsten-molybdenum ore; 26—tungsten-tin-molybdenum ore; 27—tungsten-molybdenum-bismuth ore; 28—tungsten-copper ore

岩体,主要岩石类型有中粗粒似斑状花岗岩、中粗粒钾长花岗岩、中细粒黑云母花岗岩、花岗斑岩、花岗伟晶岩等。钨矿主要产于这些岩体的西侧或西南侧的内弯部位,并自东往西出现W、Sn矿化—Sn、Pb、Zn矿化的递变规律,可能反映成钨花岗岩的侵入方向。与钨相关的成矿岩体副矿物富含挥发组分^[6]。

区域物探背景:重力场以中北部高、西部和东南部低,以及大量规模不一的重力低与少量重力高等重力场圈闭为特征。中北部高、西部和东南部低的重力场反映出中北部凹陷且花岗岩体欠发育、东南部隆起且花岗岩体大量发育以及西部相对隆起的构造特征相吻合^[7]。

2 钨矿矿床类型

本文中的钨矿床是以钨为主或与其他矿种共生的矿床。区内绝大多数钨矿床与岩浆岩有着密切的关系^[8-10],均为内生成矿作用下形成的钨矿床,个别为外生成矿作用形成的钨矿床。因此,矿床类型划分原则是以内生成矿作用为主,兼顾外生成矿作用。内生成矿作用为气化-高温热液类钨矿床、高一中温热液类钨矿床,外生成矿作用为变质类钨矿床,表生类钨矿床,共4大类钨矿床。又据生成方式分为云英岩化花岗岩体亚类钨矿床、接触交代亚类钨矿床、裂隙充填交代亚类钨矿床、裂隙充填亚类钨矿床、层间交代亚类钨矿床、风化亚类钨矿床等6亚类,再以控矿条件,结合物质来源、矿床特征等分为面状云英岩型钨矿床、接触带砂卡岩型钨矿床、层间砂卡岩型钨矿床、云英岩-石英脉型钨矿床、石英脉型钨矿床、方解石(萤石)-石英脉型钨矿床,及沉积-改造型钨矿床、残坡积型钨矿床等8型^[11-12](表1)。

钨矿床(矿点、矿化点)主要集中分布在东南部加里东隆起带,但大多数为矿点或矿化点,具规模的矿床多为中小型,仅个别达大型规模。次为中部隆拗过渡带,尤以隆拗过渡带西缘一带较为集中,矿床也较多,且矿床规模多为大、中型,柿竹园超大型钨矿床就在本区内。在紧邻隆拗过渡带西缘的常宁—临武南北向拗陷带东侧也有个别钨矿床^[13](图1)。

3 矿床类型产出特征

湘南地区钨矿成矿在空间、时间上多与燕山期

花岗岩有关^[4],且多位于有成矿小岩体存在的大岩体内。成矿时间集中于中生代,空间分布集中于多旋回构造活动带中的燕山期构造-花岗岩带;钨矿储量分布主要集中于东坡矿田、白云仙矿田;次为瑶岗仙矿田及新田岭矿区、黄沙坪矿区。在成矿区内,以大、中型矿床为主体,不同规模、不同类型矿床密集成群分布。

3.1 矿种类型特征

与加里东期花岗岩有关的钨矿床多为独立钨矿床,部分为钨钼或钨铋共生矿床,少数钨多金属矿床;与燕山期花岗岩有关的钨矿床多为钨钼、钨铋共生矿床,部分钨锡共生矿床及钨多金属矿床,少数为独立钨矿床。接触交代砂卡岩型钨矿床以钨钼、钨铋共生矿床为主^[5],部分钨锡共生矿床及钨多金属矿床,少数为独立钨矿床;层间砂卡岩型钨矿床和沉积-改造型钨矿床主要为独立钨矿床;面状云英岩型钨矿床主要为钨锡钼铋多金属矿床;脉状云英岩-石英脉型钨矿床主要为钨多金属共生矿床;裂隙充填交代石英脉型钨矿床主要为独立钨矿床,少数为钨铋共生矿床;断裂充填交代方解石(萤石)-石英脉型钨矿床主要为独立钨矿床;面状残坡积型钨矿床主要为独立钨矿床。

3.2 矿床产出特征

以层状、似层状、扁豆状为主要形态产出的,以接触交代方式形成的接触带砂卡岩型钨矿床,主要产于花岗岩体接触带的内凹(侧凹)及顶凹部位;以接触交代方式形成的层间砂卡岩型钨矿床,主要产于紧邻花岗岩体接触带的外侧缓倾斜的不纯碳酸盐地层层间或与砂页岩夹层间。

以层状、似层状为主要形态产出的面状云英岩型钨矿床,主要产于花岗岩体顶部和岩枝(墙)前缘;以脉状云英岩型钨矿床主要产于花岗岩体内,或接触带砂卡岩内侧;而沉积-改造型钨矿床,则产于距岩体稍远的浅变质碎屑岩、碎屑岩中。

以单脉-脉带(网脉)为主要形态产出的以裂隙充填交代方式形成的石英脉型、云英岩-石英脉型钨矿床主要产于花岗岩内、花岗岩与泥盆系—震旦系接触带外侧的砂岩-浅变质碎屑岩内。以单脉为主要形态产出的,以裂隙充填交代方式形成的方解石(萤石)-石英脉型钨矿床产于花岗岩与碳酸盐岩接触带外侧的碳酸盐岩断裂带中。

表1 湘南地区钨矿床分类
Table 1 Classification of tungsten deposits in southern Hunan

成矿作用	矿床类型	矿床产出部位	围岩特征	矿体特征	主要矿物组合	围岩蚀变	实例		
内生作用	云英岩化花岗岩体亚类	面状云英岩型	矿体产于燕山早期花岗岩体(墙)顶部	云英岩化花岗岩体(墙)	矿体形态较复杂,呈似层状、透镜状、扁豆状、不规则脉状;产状一般较缓;矿床规模小—大型	黑钨矿、白钨矿、锡石、辉钼矿、辉铋矿、黄铁矿、黄铜矿等	以云英岩化为主,次有钾长石化、钠长石化、萤石化等	柿竹园 头天门	
	气化—高温热液类型	接触带矽卡岩型	矿体产于燕山早期中酸性花岗岩与碳酸盐岩接触带中	D-C 碳酸盐岩	矿体形态较复杂,呈似层状、透镜状、脉状、不规则脉状;矿床规模中—大型为主	以白钨矿为主,次有黑钨矿、辉铋矿、辉钼矿、锡石、磁铁矿等	以矽卡岩化为主,次有云英岩化、萤石化	黄沙坪	
		接触交代亚类	层间矽卡岩型钨矿床	矿体产于中酸性花岗岩与砂泥质岩、碳酸盐岩接触带外侧岩层间	D-C 碳酸盐岩、碎屑岩	矿体形态层状、似层状、扁豆状;产状与矽卡岩产状基本一致;矿床规模大型	以白钨矿为主,次有锡石、辉钼矿、黑钨矿、辉铋矿等	以矽卡岩化为主,次有大理岩化、萤石化	和尚滩
	裂隙充填交代亚类	云英岩—石英脉型钨	矿体主要产于岩体内,其次产于外接触带的铝硅酸盐岩的断裂中	岩体或Z、C、D的铝硅酸盐岩	矿体形态以薄脉状、细脉状为主	以黑钨矿或白钨矿为主,次有辉钼矿、辉铋矿、锡石、黄铁矿等	硅化、云英岩化、黄铁矿化	高塘背 石岭东 流源	
		高—中温热液类型	石英脉型	矿体产于岩体内及外接触带的铝硅酸盐岩的断裂中	岩体或铝硅酸盐岩	矿体形态复杂,以脉状为主	以黑钨矿为主,次有白钨矿,伴有辉钼矿、辉铋矿、锡石、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、辉铜矿等	硅化为主、黄铁矿化为次,偶见云英岩化	瑶岗仙 大围山
			方解石(萤矿)—石英脉型	矿体产于岩体外接触带碳酸盐岩的断裂中	D、C 碳酸盐岩	矿体形态以脉状为主	以白钨矿为主,伴有锡石、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、辉铜矿等	硅化、萤石化和大理岩化	金子仑 大山
	外生作用	变质型	层间交代亚类	沉积—改造型	矿体产于石英砂岩与含钙质砂质绢云母板岩层间石英岩内	C 硅铝质岩石	矿体形态以似层状为主,次为透镜状、脉状、不规则脉状	以白钨矿为主,次有黑钨矿	硅化为主
表生型	风化亚类	残坡积型	矿体产于花岗岩体顶部及外接触带地层的残坡积层中	残坡积物	矿体形态以似层状、透镜状为主	以白钨矿为主,次有黑钨矿,伴有锡石等	高岭土化、粘土化	水源山	

以层状、似层状为主要形态产出的残坡积型钨矿床产于含矿云英岩化花岗岩地表及附近山坡和坡下低平地帶。

3.3 矿床规模及品位特征

面状云英岩型钨矿床的规模为小—大型,矿体平均品位(%)WO₃ 0.262~0.592、Mo 0.030~0.092、Bi

0.067~0.087、Sn 0.073~0.139,属中等偏低品位矿石类型。

接触交代矽卡岩型钨矿床的规模为中—大型,矿石平均品位(%):矽卡岩钨铋矿石WO₃ 0.261~0.267、Mo 0.032~0.044、Bi 0.036~0.110、Sn 0.170~0.186,属低品位矿石类型;云英岩网脉—矽卡岩型钨

钼铋矿石 WO_3 0.594~0.632、Mo 0.120~0.121、Bi 0.14~0.152、Sn 0.093~0.170,属中等品位矿石类型。

层间矽卡岩型钨矿床和沉积-改造型钨矿床的规模为中-大型,矿体平均品位(%) WO_3 0.259~0.510,属中等品位矿石类型。

石英脉型、云英岩-石英脉型钨矿床的规模多为矿点,少数为小-中型,个别可达大型,矿体平均品位(%): WO_3 0.485~2.47、Mo 0.05~0.20、Bi 0.047~0.50,多属中-高品位矿石类型。

方解石(萤石)-石英脉型钨矿床的规模多为小-中型,矿体平均品位(%): WO_3 0.260~1.169,为属低-高品位矿石类型。

坡积型钨矿床的规模为矿点-中型,矿体平均品位(%): WO_3 0.101~0.148,为属低品位矿石类型。

4 钨矿床的成矿规律

4.1 与矿床成因的有关花岗岩的特点

湘南地区花岗岩类侵入体分布很广,而钨矿成矿作用则主要与燕山早期花岗岩关系最为密切。燕山早期同一岩体常常表现同期同源多阶段侵入的特点,每一阶段的花岗岩侵入都有一次钨的成矿作用^[6]。这些与岩体有成因联系的侵入体和矿床具有下列特点:

(1)大多数属于多阶段侵入的复式侵入体,不同期次的岩石之间具有密切的同源演化关系,与混合岩化、准混合岩化形成的原地、准原地花岗岩有明显的区别。

(2)造岩矿物中钾长石含量最多,斜长石少且牌号低,有序度高,钾长石亦以有序型为主,具有品种繁多而独特的副矿物组合。硅、钠、钾高,钛、磷、镁、铁、铝低,富含稀土、铌、钽、钨、锡、铍等稀有、有色金属元素等不同于加里东以前的花岗岩。

(3)从岩体产状、形态、规模、岩石深化序列以及造岩矿物、岩石化学、微量元素和成矿作用等方面可以明显区别于加里东期深源岩浆系列的花岗岩类。区内与钨矿有直接成因联系的浅源花岗岩类主要是呈岩株状产出的二长花岗岩或黑云母花岗岩。

(4)由于受成矿母岩空间位置的控制,钨矿床的围岩主要是寒武系、震旦系和泥盆系。岩性以砂、板岩等碎屑岩为主,其次是石灰岩、白云岩等碳

酸盐岩石。在不同时代不同岩性的围岩中,不同类型的矿床有着不同的发育程度^[17]。

(5)矿床组合复杂,钨矿床包括岩浆晚期至岩浆期后分异-交代阶段产于岩体内的花岗岩型钨矿床和产于内、外接触带中的花岗岩伟晶岩型钨矿;气成-热液阶段产于岩体内的云英岩型及产于内、外接触带中的矽卡岩型、石英脉型钨矿床以及沿构造破碎带充填-交代形成的石英-萤石交代型钨矿床,如柿竹园地区各类型矿床的产出具有明显的分带特征(图2)。不同类型钨矿床之间常由于成矿过程中构造、矿液、围岩等因素的转化而互相过渡,且常在同一矿田中出现“多位一体”的矿床组合。

(6)钨矿床中常和铍、锂、锡、钼、铋、铜、锌等元素共生,在不同的地质环境中形成不同的矿物组合。硅铝质围岩中的典型蚀变是云英岩化、硅化、绢云母化、电气石化、黄玉化、绿泥石化(如瑶岗仙见图3);碳酸盐岩石中典型蚀变是矽卡岩化、条纹岩化、大理岩化、萤石化(如和尚滩,见图3)。

4.2 矿床的时空分布规律

4.2.1 矿床的时间分布规律

据研究五峰仙-白云仙地区的绝大多数与有色金属成矿有关的岩体是相当于中晚侏罗世(其同位素地质年龄值大致是在135~175 Ma)即多属燕山早期第二、第三阶段侵入定位的。区内成矿是多期多阶段的,经历了3期5阶段,即岩浆期、矽卡岩期和石英硫化物期,成矿阶段有早矽卡岩阶段、晚矽卡岩阶段、氧化物阶段、早硫化物阶段和晚硫化物阶段。

总的看来,与钨锡成矿有关的岩体,形成时代相对较早;而与铅锌成矿有关的岩体,形成时代相对较晚。通过一批典型的成矿岩体研究发现,不少同期多阶段多期次形成的复式岩体,在其周围的某一部分自岩体向外,可以出现有钨锡铅锌等矿化分带现象(柿竹园-野鸡尾矿区就有此类分带)。

一般地说,燕山早期第一次侵入活动在本区形成了较大范围的W、Sn、Mo、Bi、Pb、Zn矿化,但较弱;第二次侵入活动进一步扩大了前次矿化范围和强度,出现较强的W、Sn、Mo、Bi、Pb、Zn矿化;第三次侵入活动挥发分较前两次更加充分,进一步强化了钨锡的矿化,并出现大量的铍矿化。故本区钨锡铅锌矿化与燕山期第二次、第三次岩浆侵入活动有



图2 柿竹园地区矿产分布图

1—第四系;2—泥盆系上统锡矿山组;3—泥盆系上统佘田桥组;4—泥盆系中统棋梓桥组;5—泥盆系中统跳马涧组;6—震旦系下统泗洲山组;7—花岗斑岩;8—石英斑岩;9—细粒花岗岩;10—细粒斑状花岗岩;11—中粒黑云母花岗岩;12—细中粒斑状黑云母花岗岩;13—实、推测断层;14—小型矿床;15—中型矿床;16—大型矿床;17—特大型矿床;18—钨锡多金属矿;19—锡多金属矿;20—铅锌矿

Fig.2 Distribution of mineral resources in Shizhuyuan area

1—Quaternary; 2— Upper Devonian Xikuangshan Formation; 3— Upper Devonian Shetianqiao Formation; 4—Middle Devonian Qiziqiao Formation; 5— Middle Devonian Tiaomajian Formation; 6—Lower Sinian Sizhoushan Formation; 7— Granite-porphry; 8— Quartz-porphry; 9— Fine-grained granite; 10— Fine-grained porphyritic granite; 11—Medium-grained biotite granite; 12— Fine to medium-grained porphyritic biotite granite; 13—Measured/inferred fault; 14—Small-size deposit; 15—Medium-size deposit; 16—Large-size deposit; 17—Superlarge deposit; 18— Tungsten-tin polymetallic deposit; 19— Tin-polymetallic deposit; 20— lead-zinc deposit

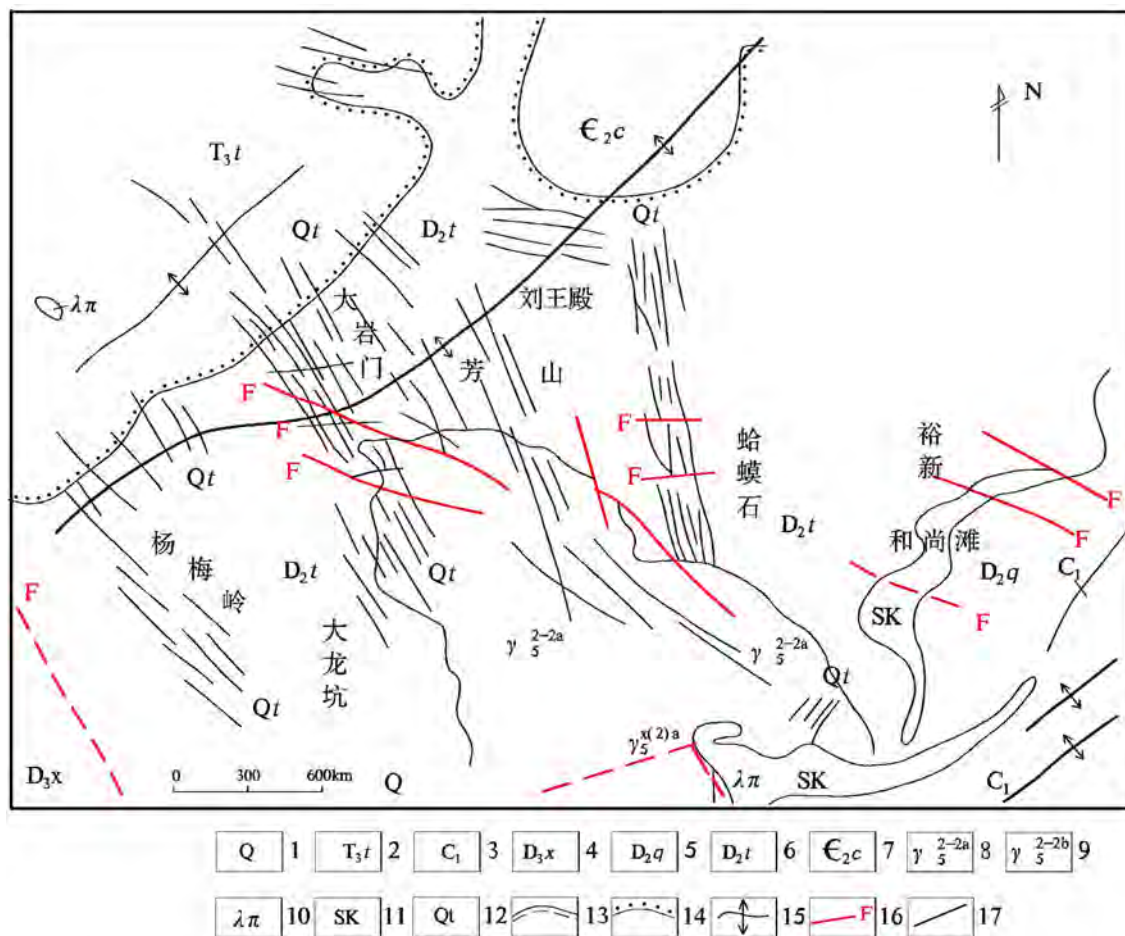


图3 瑶岗仙矿区地质简图

1—第四系;2—三叠系上统唐龙组;3—石炭系下统;4—泥盆系上统锡矿山组;5—泥盆系中统棋梓桥组;6—泥盆系中统跳马涧组;7—寒武系中统茶源头组;8—燕山早期第二次侵入体边缘相;9—燕山早期第二次侵入体中心相;10—石英斑岩;11—砂卡岩;12—石英脉;13—实推测地质界线;14—不整合界线;15—背斜轴;16—断层;17—石英脉

Fig.3 Simplified geological map of the Yaogangxian ore district

1- Quaternary; 2- Upper Triassic Tanglong Formation; 3- Lower Carboniferous; 4- Upper Devonian Xikuangshan Formation; 5- Middle Devonian Qiziqiao Formation; 6- Middle Devonian Tiaomajian Formation; 7- Middle Cambrian Chayuantou Formation; 8- Border facies of second intrusive body of early Yanshanian period; 9- Central facies of second intrusive body of early Yanshanian period; 10- Quartz-porphry; 11- Skarn; 12- Quartz vein; 13- actual/conjectural geological boundary; 14- angular unconformable boundary; 15- the axis of anticline; 16- fault; 17- quartz reef

关,主要成矿期为燕山早期中、晚阶段。另外,有时也可出现不同侵入阶段产生的矿化,在同一空间相互叠加而造成分带不明显的现象^[18]。

4.2.2 矿床的空间分布规律

区内不同种类的有色金属矿床的产出均以花岗岩岩体为中心,在平面上大致呈围绕岩体的同心环带状分布的规律。但是由于花岗岩岩体的侵入方向、产状以及围岩性质、构造环境的因素影响,从而所形成的矿床(点)数目、规模在空间上有一定的

差别。

总体来看,由岩体向外有着磁铁钨锡钼铋矿化→锡铜铅锌矿化→铅锌矿化→锑矿化的由高温向中低温演化的典型晕圈式分布特征。即紧贴岩体为磁铁钨锡铋矿床(点)、钨锡钼铋矿床(点)构成最内圈矿化带;离岩体稍远且紧靠内圈矿化带的是锡铜铅锌矿床(点)、铅锌矿床(点),形成较为完整的以铅锌为主的环状矿化带;再向外是锰铅锌矿化带;更远的最外圈出现了锑汞矿化带。不同成因类

型的矿床在空间上有着明显的分带性^[19]。

4.2.3 湘南钨矿床产出规律

区内钨矿主要与多次侵入岩体中燕山早期晚阶段花岗岩顶部内外接触带相关的矿床。在硅铝质围岩中,从岩体向外,依次出现云英岩体型黑(白)钨矿→伟晶岩壳型黑钨矿→伟晶岩体型黑钨矿(相对封闭时)或云英岩脉或石英脉型黑钨矿(相对开放时),其中脉型黑钨矿由岩体向外一般脉幅总宽度变化不大,单脉脉幅呈现大→中→小→微变化。在碳酸盐围岩中由岩体向外则为云英岩体型钨矿→矽卡岩型白钨矿→石英(萤石)脉型白钨矿。由于南岭地区成矿母岩向外,地球化学特征分带依次表现为: Nb、Ta→Be→Mo→W、Sn→Bi、Cu→Pb、Zn、Ag→Sb、Au→Hg,所以矿床(体)中共伴生矿物也出现相应分带^[20]。

云英岩型钨矿床:定位于区内高侵位复式岩体顶部或边缘、小岩体、岩脉的前缘。矿床主要有两种产出形态和成矿方法。①面状云英岩型矿床,多呈缓倾斜透镜状、筒柱状产于岩体隆起部位顶面,岩体陡倾斜部位的顶部和分枝的岩脉体侵入前锋部位为岩浆早期高温塑性封闭环境下气化作用,随着W、Sn、Mo、Bi、Be等矿化,在成矿有利部位富集成矿(如柿竹园IV矿带、大吉岭、砖头坳等)。②脉状云英岩型矿床,多呈脉状和网脉状产于岩体顶面围岩或岩体中断裂破碎带发育地段,晚期残余岩浆热液沿裂隙充填扩散交代,而形成云英岩或云英岩脉,围岩蚀变主要为云英岩化、硅化等,并伴随着W、Sn、Mo、Bi等矿化,矿体的形态较复杂,主要呈脉状(如柿竹园、高坳背)。

矽卡岩型钨矿床:分布于岩体与碳酸盐岩接触带,其形态与规模主要受接触带构造控制,是本区主要矿床类型,以大、中型为主,集中分布于千里山复式岩体、九峰仙复式岩体与泥盆系、石炭系中上统碳酸盐岩接触带。矿体形态产状和规模受岩体接触带所控制,多呈似层状、透镜状和不规则脉状产出(图4)。矿床类型主要有矽卡岩型钨锡钼铋矿、矽卡岩型磁铁矿钨钼矿、矽卡岩型磁铁矿和矽卡岩云英岩复合型钨锡多金属矿(如柿竹园、金船塘、黄沙坪、砖头坳、和尚滩等)。

构造蚀变带型钨矿:主要定位于燕山期花岗岩内、岩体内外接触带中,矿体受近南北向、北东向断

裂控制。矿体规模小—大型,矿体形态呈脉状、板脉状,具膨大缩小、分枝复合现象。矿体厚度0.80~15.30 m不等,矿体倾角一般为60°~80°。围岩蚀变主要有云英岩化、绿泥石化、绢云母化、萤石化及电气石化(金子仑、大岭背等)。

热液充填—交代型(石英脉型)钨矿床:定位于花岗岩体的外接触带矽卡岩型矿床的上部或外侧,加里东—印支期褶皱隆起带及其边缘坳陷带中之次级扇形褶皱群中。矿化沿北北东向—北东向断裂带及近南北向断裂带旁侧聚集,岩浆残余溶液在构造的作用下向应力释放的空间运移含矿溶液,经过充填、交代等成矿方式,在不同的围岩和构造条件下形成石英脉型钨锡矿床。矿体多受北北东—北东向断裂控制,呈脉状产出,地表有沿断裂充填的岩脉出露,深部有隐伏岩体存在,以充填成矿作用为主(图5),主要成矿元素下部以钨锡为主,往上有递变为锡铅锌的分带趋势。石英脉型或硫化物型锡铅锌矿和脉状铅锌矿三者常相伴产出,如红旗岭的钨锡细脉带。

伟晶岩型钨矿床:含钨伟晶岩体多产于母岩体中,个别矿点远离母岩体,产于外接触带(多为前寒武系浅变质岩)。与成矿有关的花岗岩几乎都是燕山期的黑云母花岗岩,包括部分二长花岗岩,从细粒结构至似斑状结构都有。含钨伟晶岩体多呈脉状、扁豆状,一般长在百米以内,宽数厘米至数米,下延深度一般甚小,个别延伸甚大者在百米左右变分散尖灭。

钨与锡矿关系:在湘南,虽然钨锡矿都是燕山早期晚阶段花岗岩顶部内外接触带相关的矿床。但二者有时共(伴)生,有时分离,其一般规律是:如果在恢复岩体原始形态后,岩体只侵入于前泥盆纪地层中,一般只形成钨矿而不形成锡矿,只有岩体相对侵位到达泥盆系以上地层时,才能形成钨锡共(伴)生矿床。

5 结论

钨矿在矿床成矿系列中占有重要的地位。然而,在以往的地质工作过程中,虽然它被重视,但在湘南成矿区域内进行钨矿的成矿规律和成矿预测总结研究,这还是第一次。在项目的研究过程中,研究者虽然提出了一些新的认识和观点,但毕竟是

初步的,可以设想,随着钨矿地质工作的开展、新成果的获得、科技领域新思维的涌现,钨矿地质科技工作必然会有重要的发现和更新的进展。如果说本文达到了抛砖引玉、将钨矿床的研究推向深入,更好地为地质找矿服务之目的,将是本课题研究者最大的欣慰。

致谢: 本文得到了廖兴钰、伍仁和教授级高工精心指导,在此一并致谢。

参考文献(References):

- [1] 湖南省地质矿产局湘南地质队.湘南地区地质矿产基本特征[R]. 1989: 12.
Institute of Geological Survey in South Hunan of Bureau of Geology and Mineral Resources in Hunan. Basic Feature of Geology and Mineral Resources in south Hunan [R]. 1989: 12(in Chinese).
- [2] 柏道远, 黄建中, 刘耀荣, 等. 湘东南及湘粤赣边区中生代地质构造发展框架的厘定[J]. 中国地质, 2005, 32(4): 557-570.
Bo Daoyuan, Huang Jiangzhong, Liu Yaorong, et al. Discussion on the development framework of the mesozoic geological formations in the southeast Hunan and the edge of Hunan, Guangdong, Jiangxi[J]. Geology in China, 2005, 32 (4): 557-570(in Chinese with English abstract).
- [3] 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质, 2009, 36(1): 1-28.
Pan Guitang, Xiao Qinghui, Lu Songnian, et al. Subdivision of tectonic units in China[J]. Geology in China, 2009, 36(1): 1-28(in Chinese with English abstract).
- [4] 丰成友, 丰耀东, 许建祥, 等. 赣南张天堂地区岩体型钨矿晚侏罗世成岩成矿的同位素年代学证据[J]. 中国地质, 2007, 34(4): 642-650.
Feng Chengyou, Feng Yaodong, Xu Jianxiang, et al. Isotope chronological evidence for Upper Jurassic petrogenesis and mineralization of altered granite-type tungsten deposits in the Zhangtiantang area, southern Jiangxi[J]. Geology in China, 2007, 34 (4): 642-650(in Chinese with English abstract).
- [5] 邓诗镡. 花岗岩类及成矿作用研究[J]. 湖南省地质学会会讯, 1980, 1.
Deng Shikai. The metallogenesis of the granite[J] Geological Society of Hunan, 1980, 1.
- [6] 王昌烈, 罗仕徽, 胥友志, 等. 柿竹园钨多金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
Wang Changlie, Luo Shihui, Xu Zhiyou, et al. Geology of Mineral Deposits of Tungsten Polymetallic Ore in Shizhuyuan[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987(in Chinese).
- [7] 翟裕生. 中国区域成矿特征及若干值得重视的成矿环境[J]. 中国地质, 2003, 30(4): 337-342.
Zhai Yusheng. Regional metallogenic features and some important ore-forming environments of China[J]. Geology in China, 2003, 30 (4): 337-342(in Chinese with English abstract).
- [8] 张怡军. 湘南锡矿找矿方向探讨[J]. 中国地质, 2007, 34(6): 1073-1081.
Zhang Yijun. Methods to investigate the tin ore in south Hunan[J]. Geology in China, 2007, 34(6): 1073-1081(in Chinese with English abstract).
- [9] 庄锦良, 刘钟伟, 谭必祥, 等. 湘南地区小岩体与成矿关系及隐伏矿床预测[J]. 湖南地质, 1987, 增刊.
Zhuang Jinliang, Liu Zhongwei, Tan Bixiang, et al. Metallogenic relationship of the small rock mass and forecast of hidden deposits in south Hunan[J]. Geology of Hunan 1987, (supp.)(in Chinese).
- [10] 刘树生, 曾志方, 赵永鑫. 湖南道县大坳岩体型钨锡矿床地质特征与成因探讨[J]. 中国地质, 2007, 34(4): 657-667.
Liu Shusheng, Zeng Zhifang, Zhao Yongxin, et al. Geological characteristics and genesis of the Da'ao intrusion-type tungsten-tin deposit, Daoxian County, Hunan[J]. Geology in China, 2007, 34(4): 657-667(in Chinese with English abstract).
- [11] 湖南省地质矿产局湘南地质队. 东坡矿田钨矿成矿规律及找矿方向[R]. 1987.
Institute of Geological Survey in South Hunan of Bureau of Geology and Mineral Resources in Hunan. Minerogenetic Law and Prospecting Direction of Tungsten Ore in Dongpo[R]. 1987(in Chinese).
- [12] 李福顺, 康如华, 胡绪云, 等. 南岭魏家钨矿床地质特征及找矿前景分析[J]. 中国地质, 2012, 39(2): 445-457.
Li Fushun, Kang Ruhua, Hu Xuyun, et al. Geological characteristics and ore-search prospect of the Weijia tungsten deposit in Nanling region[J]. Geology in China, 2012, 39(2): 445-457(in Chinese with English abstract).
- [13] 张云政, 瓮纪昌, 云辉. 竹园沟钨钼矿床地质特征及找矿远景分析[J]. 中国地质, 2009, 36(1): 166-173.
Zhang Yunzheng, Weng Jichang, Yun Hui. Geological characteristics and ore-searching prospects of the Zhuyuangou tungsten-molybdenum ore deposit[J]. Geology in China, 2009, 36 (1): 166-173(in Chinese with English abstract).
- [14] 祝新友, 王京彬, 王艳丽, 等. 南岭锡钨多金属矿区碱长花岗岩的厘定及其意义[J]. 中国地质, 2012, 39(2): 359-381.
Zhu Xinyou, Wang Jingbin, Wang Yanli, et al. Characteristics of alkali feldspar granite in tungsten (tin) deposits of Nanling region[J]. Geology in China, 2012, 39(2): 359-381 (in Chinese with English abstract).
- [15] 王永磊, 陈毓川, 王登红, 等. 湖南渣滓溪 W-Sb 矿床白钨矿 Sm-Nd 测年及其地质意义[J]. 中国地质, 2012, 39(5): 1339-1344.
Wang Yonglei, Chen Yuchuan, Wang Denghong, et al. Scheelite Sm-Nd dating of the Zhazixi W-Sb deposit in Hunan and its geological significance[J]. Geology in China, 2012, 39(5): 1339-1344 (in Chinese with English abstract).

- [16] 王旭东,倪培,袁顺达,等. 赣南木梓同钨矿流体包裹体特征及其地质意义[J]. 中国地质, 2012, 39(6): 1790-1797.
Wang Xudong, Ni Pei, Yuan Shunda, et al. Characteristics of fluid inclusions of the Muziyuan tungsten deposit in Southern Jiangxi Province and their geological implications[J]. *Geology in China*, 2012, 39(6): 1790-1797 (in Chinese with English abstract).
- [17] 袁顺达,刘晓菲,王旭东,等. 湘南红旗岭锡多金属矿床地质特征及 Ar-Ar 同位素年代学研究[J]. 岩石学报, 2012, 028(12): 3787-3797.
Yuan Shunda, Liu Xiaofei, Wang Xudong, et al. Geological characteristics and ^{40}Ar - ^{39}Ar geochronology of the Hongqiling tin deposit in southern Hunan Province[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2012, 28(12): 3787-3797(in Chinese with English abstract).
- [18] 张怡军,肖颖斌. 湘南花岗岩——热液型锡多金属矿成矿系统浅析[J]. 华南地质与矿产, 2011, 27(2): 118-124.
Zhang Yijun, Xiao Yingbin. Metallogenic System of granite—Hydrothermal tin polymetallic deposits in southern Hunan Province[J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2011, 27(1): 39-45(in Chinese with English abstract).
- [19] 裴荣富,梅燕雄,瞿泓滢,等. 矿床类型模型的地质构造背景、成矿环境和容矿岩石组合[J]. 中国地质, 2013, 40(1): 31-42.
Pei Rongfu, Mei Yanxiong, Qu Hongying, et al. Geological tectonic settings, depositional environments and ore-hosting rock assemblages for mineral deposits model with universality[J]. *Geology in China*, 2013, 40(1): 31-42(in Chinese with English abstract).
- [20] 许以明,张怡军,雷泽恒. 南岭中段钨资源总量预测[J]. 华南地质与矿产, 2011, 27(1): 39-45.
Xu Yiming, Zhang Yijun, Lei Zeheng. Total Tungsten resource reserve prediction of middle Nanling Range[J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2011, 27(1): 39-45(in Chinese with English abstract).

Geological characteristics of tungsten deposits in southern Hunan

ZHANG Yi-Jun, HUANG Guang-hua, SHANG Li-xiao,
CHEN Xi, LOU Yu, XIAO Ying-bin

(Institute of Geological Survey of South Hunan, Chenzhou 423000, Hunan, China)

Abstract: There are extensively-distributed tungsten and tungsten-polymetallic ore deposits (ore spots) in southern Hunan characterized by complex types. Besides being directly related to granitic intrusive bodies, they are controlled by such factors as regional strata and geological structures. The authors sum up the metallogenic regularity of regional ore deposits on the basis of studying geological background, distribution characteristics and ore deposit features.

Key words: tungsten deposit; deposit type; distribution characteristics; metallogenic regularity

About the first author: ZHANG Yi-jun, male, born in 1955, senior engineer, long engages in geological and mineral resources survey; E-mail: zyj2401@163.com.