

文章编号: 1007-3701(2011)01-0039-07

南岭中段钨资源总量预测

许以明, 张怡军, 雷泽恒

(湖南省湘南地质勘察院, 湖南 郴州 423000)

摘要:南岭地区成矿地质条件优越,是中国主要的钨矿产区,近年来的地质找矿又取得了新的突破。笔者从成矿地质背景分析、矿床类型划分入手,在成矿地质条件优越,钨矿资源丰富,矿床类型复杂,工作程度较高的区域,运用“三步式”资源评价方法,结合地质类比法与及综合地质法等多源地学综合预测理论,采用MRAS资源量评价系统对南岭钨资源潜力进行预测。

关键词:钨矿;矿床类型;资源量;预测

中图分类号:P618.67

文献标识码:A

南岭中段跨越湖南南部、广东北部、广西东部、江西西部等省(区)的相邻地区,区内钨矿床数量多,规模大,类型齐全,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矿集区,产量也足以对世界钨市场产生决定性影响。因此南岭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,南岭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

南岭地区横跨扬子、华夏两板块,位于中生代欧亚大陆板块构造岩浆活动带的华南板块南华活动带中部,为环太平洋成矿带的组成部分,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。

本区自早-中元古界以来,各时代地层发育比较齐全。元古宙及早古生代地层以活动型沉积为主,泥盆纪及其以后地层皆属浅海或陆相稳定型沉积。钨矿分布区均为巨厚的硅铝质岩,矿床类型主

要有两种:一是前寒武系和寒武系砂板岩中的脉型钨矿床,二是中泥盆统至二叠系碳酸盐岩中的层控型矿床。

该区根据地壳演化和岩石圈板块运动特点划分为晋宁、加里东、海西-印支、燕山-喜马拉雅4个发展阶段,以燕山运动表现最为强烈^[1]。构造以断块运动为主,华南古陆块在太平洋板块、菲律宾海板块及印支板块的联合作用下,发育深断裂以及被其切割而形成的隆、陷地块,从而奠定了本区现有构造格架。褶皱构造划分为基底褶皱(晋宁、加里东期)和盖层褶皱(海西-印支期)两种类型,以加里东、印支期最为发育。基底褶皱形态具有紧闭、同斜甚至倒卧的共同特征,且叠加褶皱普遍。燕山期盖层褶皱则较微弱,以NE-NNE向为主。区内断裂极其发育,构造线方向以NE、EW、NW向为主,局部发育近SN与EW向的弧形断裂。NE向构造带,为本区最重要的构造带,以复式褶皱、断裂、花岗岩和混合岩为主。

区内岩浆活动频繁,由四堡期至燕山期均有岩体出露,且岩类全、分布广,占本区总面积的近五分之一。据岩体同位素年龄样统计^[2],华南花岗岩形成时代在1063~66 Ma,在各期岩体中,燕山期(161~131Ma)花岗岩分布最广,约占花岗岩类出

收稿日期:2010-12-08

基金项目:国土资源大调查项目(编号:1212010632108)。

作者简介:许以明(1968—)男,教授级高级工程师,长期从事地质找矿及研究工作,Email:ddy-xym@163.com

①邓诗锴,花岗岩类及成矿作用研究,湖南省地质学会会讯,1980。

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%。区内花岗岩类自北西向东南,总体具有时代逐渐更新的递变规律。燕山期花岗岩亦具同样演变趋势,沿此方向由以早期早阶段为主逐步变为以晚期晚阶段为主,这一分布特点可能与大地构造运动及陆壳增生相关。本区花岗岩类岩石种类齐全。其中的超酸性岩类占花岗岩类出露总面积的99.43%,为中酸性岩类出露面积的300倍。花岗岩中的二长花岗岩(亚种)占84.34%,是钾长花岗岩的28倍,碱长花岗岩的210倍。

南岭岩浆岩分布广泛,重要的成钨岩体主要是燕山期岩体,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^[2-3]。扬子板块成矿花岗岩富含电气石,华夏板块成矿花岗岩富含黄玉,板块接合带则

出现二者兼有的过渡组合。燕山早期早阶段较晚期晚阶段岩石偏中性,一般从早至晚具有酸性增加、基性降低的演化趋势。花岗岩成矿元素较之其它时代岩体其Rb、Be、W、Sn、Pb、Zn、Ag、Nb、U、Th含量相对较高,Ni、Cr、Co、Fe、Cu相对较低;从燕山早期晚阶段至晚期晚阶段,元素组合具有由简单到复杂,Sn、Pb、Zn增高的变化总趋势,且大岩基一般较复式小岩体简单。

2 钨矿矿床类型

南岭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。为统一钨矿类型提法并指导找矿和进行成矿预测,本文以赋矿围岩性质(主要系指岩浆岩、沉积岩两类)、容矿构造、成矿岩体初步认识及其控制矿体形态上的差别,作为钨矿类型划分的主要依据,将全区钨矿初步划为气化高温热液型和高-中热液型二类,工业类型主要的有云英岩型、矽卡岩型、石英脉型和石英-方解石脉型四类(表1)。

表1 南岭地区主要钨矿类型划分
Table 1 Subdivision of mineralization types of tungsten deposit in Nanling metallogenic belt

矿床类型	产出部位	矿体围岩	主要矿物组合	围岩蚀变	矿床实例
气化-高温热液型	云英岩型 岩体内接触带	云英岩化花岗岩	黑钨矿-白钨矿-锡石-辉钼矿-辉铋矿	云英岩化 钾钠长石化 萤石化	柿竹园 大吉岭
	矽卡岩型 中酸性花岗岩与碳酸盐岩接触带	泥盆-石炭系碳酸盐岩	白钨矿-黑钨矿-辉钼矿-辉铋矿-锡石-磁铁矿	矽卡岩化 云英岩化 萤石化	柿竹园 新田岭 岔路口
高-中温热液型	石英脉型 岩体内、外接触带的硅铝质岩石裂隙中	岩体或硅酸盐岩石	以黑钨矿为主,白钨矿次之、伴生少量方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿	硅化 萤石化 云英岩化	西华山 漂塘 瑶岗仙 大吉山
	石英-方解石脉型 岩体外接触带的碳酸盐岩裂隙中	碳酸盐岩	白钨矿为主,黑钨矿次之,少量黄铁矿、黄铜矿、方铅矿	硅化 萤石化	白云仙 杨梅坑

3 钨矿资源形势

我国钨资源量、储量长期位居世界第一位。据美国地质调查局2002年初所公布资料,世界各国钨储量总和为 190×10^4 t,其中中国钨储量为 77×10^4 t,

基础储量为 110×10^4 t,分别占世界总储量的38.5%和35.5%,居世界第一位,其优势是极为明显的。因我国钨生产能力强,产量长期居世界第一。所以钨资源消耗速度很快。近年又基本未进行钨矿的地质勘查工作,我国钨资源储量相对世界优势不断下降,虽然当前钨资源量仍居世界第一,但较以往

已有快速下滑趋势(图1)。

我国探明的钨矿资源储量中,保有黑钨矿资源储量 $195.8083 \times 10^4 \text{t}$,白钨矿资源储量 $227.0787 \times 10^4 \text{t}$ 。由于我国长期以开采黑钨矿为主,对白钨矿开采近年才有所增长,所以我国保有钨资源量中,黑钨矿占24.6%;白钨矿占71.4%;黑白钨混合矿占4%。基础储量中,白钨矿和黑钨矿分别占70.4%和29%。白钨矿资源量和储量均超过黑钨矿。探明资源量(WO_3)在 $10 \times 10^4 \text{t}$ 以上的钨矿床中大多为

白钨矿床。说明我国与世界其他国家一样以白钨矿为主要钨资源。

由于我国钨产量及资源(主要是黑钨)消耗量增长快,资源量长期减少,我国钨矿开采强度已达65%,大大超过世界平均值。且因黑钨资源的迅速减少,黑钨矿仅可开采几年。

南岭地区为我国的钨资源主要分布区,南岭地区的湖南、江西、广东和广西四省钨储量合计占全国钨总储量的69%±。

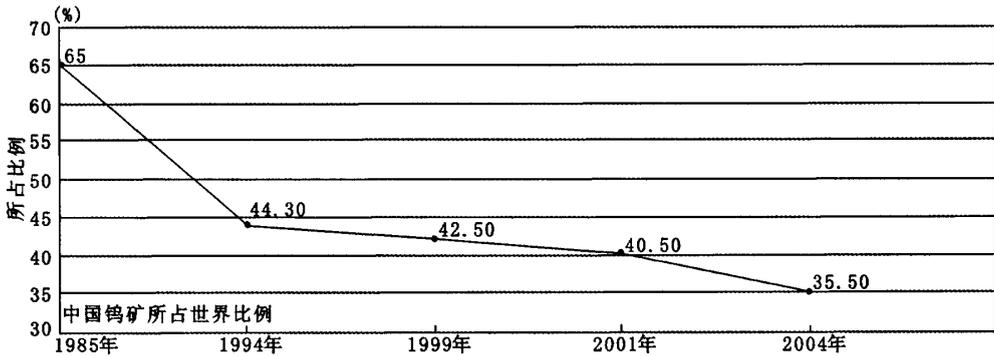


图1 中国钨矿占世界比例变化图

Fig. 1 Variation curve of tungsten reserve of China comparison to the world

4 钨矿资源总量预测

本文以美国地质调查局“三部式”资源评价方法^①为基础,结合我国地学综合预测理论,采用我国自主开发的MRAS资源量评价系统对南岭钨资源潜力进行预测。

4.1 预测单元的圈定

预测单元圈定的方法主要运用地质类比法与综合地质法。

4.1.1 地质类比法

依据区域构造控矿规律和区域成矿模式,在具有与已知矿田(区)地质条件类似的地段,通过对围岩蚀变、矿化类型、成矿元素组合及物、化探异常等找矿信息对比,圈定预测单元。

采用类比法必须重视矿床形成的必备条件,南岭地区成矿构造和成矿花岗岩是必不可少的条件,

前者提供成矿物质运移通道和聚集的空间,后者为成矿提供物质来源。区内主要金属矿床分布于NE向、NW向构造岩浆岩带及其交汇部位,由于矿床的形成是在先期各种地质作用下形成的构造环境、围岩条件和成矿物质初始富集的基础上,经成矿期构造运动、岩浆活动等作用使成矿物质进一步富集成矿,并在不同的贮矿部位产生有成因联系的矿床类型和矿石矿物组合。因此,在成矿条件相同的部位则有可能出现类型相同(或相似)的矿床。

区内不同构造单元,不同构造部位的成矿条件具有明显的差异。岩浆热液充填(石英脉)型矿床,一般以震旦系、寒武系浅变质碎屑岩为主的褶皱隆起区,具有构造-岩浆岩-成矿带“三位一体”和上部铅、锌,下部钨、锡、铋的成矿特征,矿床主要受花岗岩体上部及其边缘断裂构造控制;接触交代型矿床由泥盆系-石炭系碳酸盐岩组成的裂隙槽区和大陆板块拼贴带,具有构造-岩浆岩-岩相变异常带-成矿带“四位一体”的成矿特征,矿床群聚于NE向与近EW向、NW向构造带交汇重叠部位的花

①中国地质科学院矿产资源研究所,国外矿产资源潜力评价资料汇编,42-50.

岗岩侵入接触带。

4.1.2 综合地质法

根据南岭地区地层、构造、岩浆岩地质条件、钨矿产的分布情况,结合区内钨矿床物化探异常特征,通过成矿条件、控矿因素分析以及钨矿床矿化分带特征研究,选择有成矿物质基础、有导岩、导矿和容矿的构造系统,有利于成矿物质活化迁移和聚集的物理、化学环境等条件的地段圈定预测单元。

4.1.3 预测单元圈定结果

根据以上预测单元圈定的条件及圈定的方法,在南岭地区内圈出了18个具有较大找矿前景的钨预测单元(表2)。

表2 南岭地区钨矿床成矿预测区
Table 2 Subdivision of metallogenic district in Nanling metallogenic belt

编号	名称	面积(km ²)
1	大厂成矿远景区	1041
2	牛塘界成矿远景区	1461
3	长岗岭成矿远景区	1290
4	古怪冲成矿远景区	571
5	栗木成矿远景区	944
6	珊瑚成矿远景区	1478
7	大义山成矿远景区	1440
8	高陇成矿远景区	1299
9	锡田成矿远景区	1727
10	千骑成矿远景区	1469
11	九嶷山成矿远景区	1552
12	香花岭成矿远景区	255
13	骑田岭南成矿远景区	528
14	五里坑成矿远景区	846
15	汝城成矿远景区	849
16	淘锡坑成矿远景区	3587
17	石人嶂成矿远景区	1108
18	全南成矿远景区	1382

4.2 建立矿床区域综合信息预测模型

系统收集区内钨矿产资料,对钨矿按不同的矿床类型、矿床规模(资源量)、品位及伴生组分的品位进

行统计^①,为建立矿床数据模式提供基础资料。选择工作区内典型矿床进行研究,抽取寻找该类型矿床的特征预测要素,建立描述性模型;其次是对区域地质、矿产、物探、化探、遥感等综合信息进行分析及综合,抽取与区域成矿有关的决定性要素,结合矿床描述性模型,建立区域综合信息预测模型(表3~4)。

4.3 对潜在资源量定量估算

在矿产资源潜力评价中,资源量评价与估算一直是较困难的,传统方法有地球化学块体法、数学地质多元回归方法等。这些方法试图建立资源量与多变量的线性关系。但实质上资源量与地质因素关系是十分复杂的,地球化学异常高的地方,不一定资源量就高。资源量到底和哪个变量有关的各人理解也不同。对项目潜在资源量的定量估算选用蒙特卡罗模拟法进行。

通过预测区的圈定、钨矿床类型的统计分析、各预测单元可能出现的不同类型的矿床数据等工作,利用区域性的品位、吨位模型的数据,建立不同类型的钨矿床模型如图2~3。

根据上面所建立的钨矿床预测模型,采用MRAS对区内钨矿资源量进行预测估算,钨矿资源量为 718.5051×10^4 t,其中脉状钨矿资源量为 415.8247×10^4 t、矽卡岩型、云英岩型钨矿资源量 302.6804×10^4 t。

5 结论

南岭地区钨矿主要产于与燕山早期晚阶段碱长石化花岗岩顶部或内外接触带相关的矿床,矿床类型有脉状矿床、矽卡岩型矿床、云英岩型矿床及砂矿床等。硅铝质围岩中,从岩体向外,依次出现云英岩体型钨矿→伟晶岩壳型钨矿(相对封闭时)→石英脉型钨矿(相对开放时);在碳酸盐围岩中由岩体向外则为矽卡岩型钨矿→硫化物型钨矿。

本次南岭地区钨资源量评估采用GIS资源量预测评估方法,评估结果认为南岭地区矽卡岩型钨矿床与脉型钨矿床的数量接近,脉状钨矿床数量是它们的5倍以上,矽卡岩型钨矿单个矿床的规模较大,脉状钨矿大型的少,以中小型规模为主。笔者除了运用新的方法进行资源量预测之外,其主要目的是用于地质找矿的部署。

①湖南省地质矿产局湘南地质队,东坡稻田钨矿成矿规律及找矿方向,1987。

表3 矽卡岩型钨矿综合信息预测模型
Table 3 Comprehensive information prediction model of skarn-type tungsten deposit

标志分类	信 息 显 示	
大地构造位置	华南褶皱系与扬子准地台间的过渡地带,湘东南加里东褶皱带与湘中-湘南印支褶皱带的衔接部位。	
地质要素	地层、岩性	泥盆系中统棋梓桥组云灰岩和上统余田桥组泥质条带灰岩夹泥灰岩。
	构造	炎陵-临武深大断裂西侧,东坡矿田近SN向和NE向断裂交汇部位。
	岩浆岩	燕山早期黑云母花岗岩及晚期的花岗斑岩、石英斑岩、辉绿岩发育。
	围岩蚀变	矽卡岩化、云英岩化、硅化、长石化、萤石化、电气石化、绿泥石化组合。
地球物理	矿化	由地表向下依次出现网脉大理石、矽卡岩、云英岩、云英岩化花岗岩四个矿带,由上至下由锡矿化过渡到钨锡钼铋矿化。
	区域地球物理特征	位于布格重力低异常、区域性“高磁区”,主要为大片正异常分布区,其上叠加着众多的局部异常。
	矿区地球物理特征	区内有NEE向重力低负异常;有近似等轴状的航磁异常,ΔT 正值为(40~50)nT,负值为(-60~-80)nT。
地球化学	区域地球化学特征	1:5万区域化探中W、Sn、Mo、Bi、Pb、Zn、Cu、Be、As、B、Mn等元素异常,其中W、Sn等多金属元素为高背景区,局部异常发育。
	矿区化探异常特征	土壤测量中矿田发育各类异常21个,其中W、Sn、Mo、Bi多元素组合异常9个,W极大值 1113×10^{-6} 、Sn极大值 2525×10^{-6} 。
	矿床化探异常特征	土壤测量中,异常元素组合为W、Sn、Bi、Mo、Pb、Zn、As、Cu、Be、Mn、B等,极大值分别为W 1113×10^{-6} 、Sn 2525×10^{-6} 、Bi 480×10^{-6} 、Mo 128.5×10^{-6} 、Pb 4550×10^{-6} 、Zn 1125×10^{-6} 、As 2375×10^{-6} 、Cu 438×10^{-6} 、Be 162.5×10^{-6} 、Mn 26250×10^{-6} 、B 900×10^{-6} 。

表4 脉型钨矿综合信息预测模型
Table 4 Comprehensive information prediction model of vein-type tungsten deposit

标志分类	信 息 显 示	
大地构造位置	位于欧亚大陆板块与滨西太平洋板块消减带的内侧华夏板块中,横跨武夷、罗霄两块体的交接带部位。	
地质要素	地层、岩性	分为基底(AnZ-O)、盖层(D-T)、断陷盆地沉积(K-T)三个构造层,震旦-奥陶为一套以变质砂岩、板岩为主的类复理石建造,是裂隙充填型、破碎蚀变岩型矿床的主要赋矿围岩。
	构造	NW向与NE向深大断裂带交汇部位。区内形成以EW向、NNE向构造为主,叠加NE向、NW向、近SN向构造的构造格架。
	岩浆岩	加里东、海西-印支、燕山期均有岩浆活动,但燕山期岩浆活动最为活跃,燕山早期第二、三阶段花岗岩与钨锡矿化最为密切。
	围岩蚀变	蚀变内带为云英岩化、硅化、钾化,外带为铁锂云母化、绢云母化、硅化。
地球化学	矿化	由地表向下脉体由细变粗,含矿性也越好;由浅入深矿化由锡石、黑钨矿化-黑钨、锡石、硫化物-黑钨、白钨、锡石、硫化物-黑钨、硫化物。细脉带型矿床具有五层楼模式。
	区域地球化学特征	1:5万水系沉积物测量圈定以W、Sn、Cu、Mo为主的综合异常74处。
	矿区化探异常特征	1:1万土壤测量段圈定了W、Cu、Ag、Bi、Mo综合异常,异常与矿化带的展布特征吻合,高异常浓集中心对应于地表矿化体。

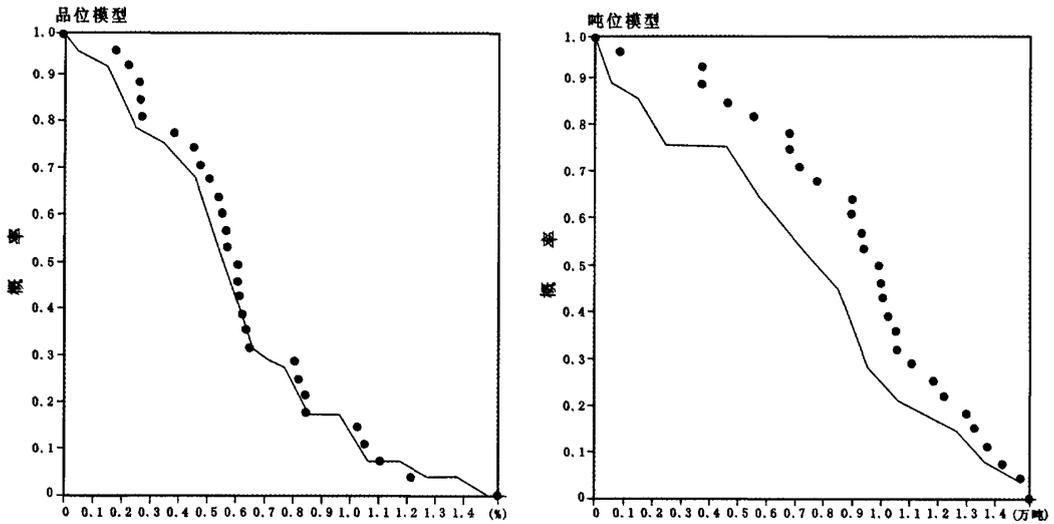


图2 矽卡岩型钨矿品位、吨位模型

Fig. 2 Grade-tonnage skarn-type tungsten deposits

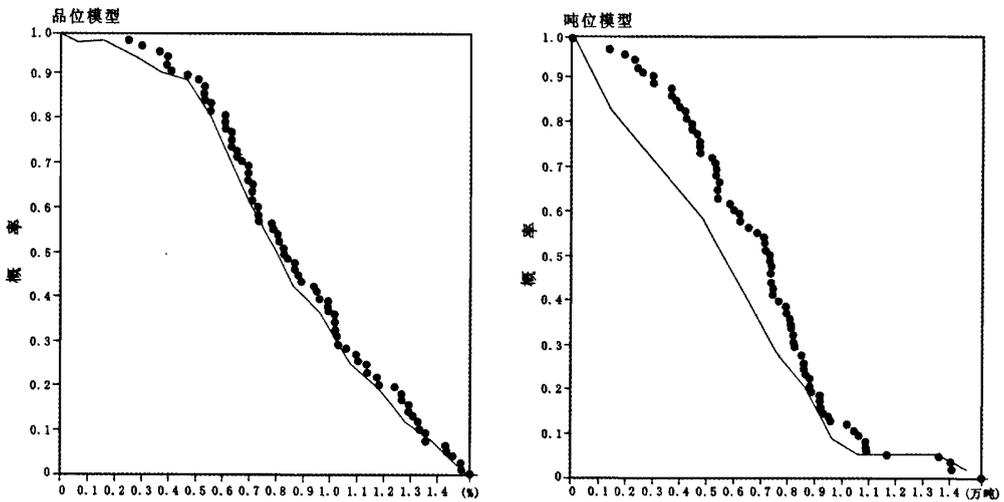


图3 脉状浸染型钨矿品位、吨位模型

Fig. 3 Grade-tonnage model of vein-type tungsten deposits

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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, 1988, 4(增刊): 10-15.
- [3] 伍光英, 潘仲芳, 李金冬, 等. 湘南大义山花岗岩地质地球化学特征及其与成矿的关系[J]. 中国地质, 2005, 32(3): 434-442.
- [4] 张怡军. 湘南锡矿找矿方向探讨[J]. 中国地质, 2007, 34(6): 1073-1081.
- [5] 中国有色金属工业年鉴编辑委员会. 中国有色金属工业年鉴[J]. 北京: 中国有色金属工业年鉴编辑委员会, 2005.

Total Tungsten Resource Reserve Prediction of Middle Nanling Range

XU Yi-ming, ZHANG Yi-jun, LEI Ze-heng

(Xiangnan Geological Prospecting Courtyard, Chenzhou 423000, Hunan, China)

Abstract: Nanling metallogenic belt is the most important tin resources producing area of our country, and lots of new ore deposits are found in recent years in this area. Based on the ore-forming background analysis and ore deposit type subdivision of middle Nanling range, this paper used the theory of three-part form of quantitative assessments, combined with geological analogue method, comprehensive geological method and MRAS resource reserve evaluation system to predication the tungsten reserve potential in this area, where has got favorable geological conditions, abundance resource of tungsten, complex ore deposit type and high-level worked.

Keywords: tungsten deposit; ore deposit type; resource reserve; prediction

(上接第38页)

Ore Genesis of Debao Copper Deposit, Guangxi Province

ZHANG Yan-hui, WEI Chang-shan, ZHANG Zhao

(Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Debao copper deposit which is presented in the Cambrian carbonate rocks of outer contact zone of granitic rocks, is obviously breaking by the post-faults. On the basis of statistic analysis, the content of trace elements, such as Au, Ag, As, Bi and Sb et al. in the skarn rocks (ore) are strongly enriched than in the other rocks. The rare earth elements (REE) are slightly different in different types of rocks. The REE characteristics indicate that the mineralization fluid of Debao deposit is mainly come from skarn-type alteration caused by magma intrusion. The overall characteristics indicate the gradual transition relations between the copper mineralization and the skarn mineralization caused by the granite intrusion. Based on the homogenization and decrepitation temperature analysis of fluid inclusions in minerals, the mineralization temperature is range from 200°C to 350°C. On analysis of the sulfur isotope, the value of $\delta^{34}\text{S}$ is proportional to the distance from Qinjia granite. It all shows that the ore-forming hydrothermal fluid is from Qinjia granite, the Debao copper deposit belongs to magmatic hydrothermal metasomatic deposit.

Key words: geologic characteristics; rare earth elements; fluid inclusions; sulfur isotope; Debao copper deposit, Guangxi province