

## 浙江五亩山地区钨矿容矿构造及找矿方向

李春海<sup>1,2</sup>, 吴昌志<sup>1</sup>, 郭坤一<sup>2</sup>, 包超民<sup>2</sup>, 邢光福<sup>2</sup>

(1. 南京大学地球科学系, 南京 210093;

2. 南京地质矿产研究所, 南京 210016)

**摘要:** 五亩山地区燕山期花岗岩侵入活动后, 形成了高温热液裂隙石英脉型黑钨矿(白钨矿)矿床。矿化脉体多分布在区域断裂的裂隙构造中, 矿化体在地表以中(或低)角度产出, 向下以高角度产出, 或者两者交替产出形成类似于倾斜的“阶梯”状。通过对含矿裂隙的测量和统计, 确定了成矿前或成矿期的裂隙, NE向裂隙为钨矿的容矿构造, 并提出了找矿方向。

**关键词:** 五亩山钨矿; 裂隙; 雷公坞组; 浙江省

**中图分类号:** P613; P618.67 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2008)01-0022-05

## 0 引言

浙江省淳安县五亩山地区的雷公坞组为南华纪冰碛地层之一, 岩性主要为含砾砂质泥岩和含砾泥质砂岩, 岩石中脆性裂隙十分发育, 燕山期花岗岩及小岩枝侵入后形成了高温热液石英脉型黑钨矿。本文旨在测量和统计这些含黑钨矿石英脉产状的基础上, 区分成矿前或成矿期裂隙, 并探讨在浙西北前寒武系裂隙中如何寻找与燕山期侵入活动有关的热液石英脉型钨矿。

## 1 区域地质背景

五亩山钨矿床位于扬子古板块东南缘, 区域出露地层主要为南华系—震旦系冰碛及碳酸盐岩建造和寒武系—志留系碳酸盐岩及复理石建造。出露的主要岩浆岩是燕山期千亩田花岗岩(又称学川岩体<sup>[1]</sup>或顺溪岩体<sup>[2]</sup>), 岩性为中—粗粒花岗岩(图1)。主要矿物: 石英 32%~36%, 钾长石 38%~42%, 斜长石 20%~27%, 白云母 1%~2%, 副矿物主要有锆石、磷灰石、磁铁矿、黄铁矿等。白云母 K-Ar 同位素年龄为 156 Ma<sup>[3]</sup>。千亩田花岗岩以富硅

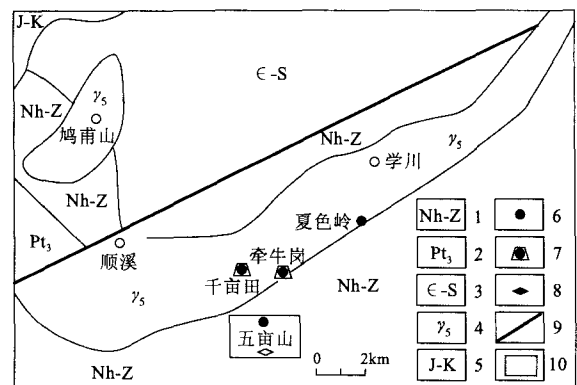


图1 浙江五亩山地区区域地质图

(据 1:50 万浙江省地质图修改)

Fig. 1 Regional geological sketch map of the Wumushan area in Zhejiang Province

1. 南华纪—震旦纪冰碛及碳酸盐岩建造
2. 晋宁期陆相火山岩建造
3. 寒武纪—志留纪碳酸盐岩及复理石建造
4. 燕山期花岗岩
5. 燕山期陆相火山岩建造
6. 钨矿床
7. 钨铍矿床
8. 萤石矿床
9. 断裂
10. 研究区范围

( $w(\text{SiO}_2) = 73.65\% \sim 77.55\%$ )、富碱( $w(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) = 7.77\% \sim 9.40\%$ )、贫镁( $w(\text{MgO}) = 0.19\% \sim 0.79\%$ )、贫钙( $w(\text{CaO}) = 0.38\% \sim 1.50\%$ )、贫铁( $w(\text{TFeO}) = 0.72\% \sim 2.08\%$ )为特征,  $A/\text{CNK} = 1.30 \sim 1.52$ , 平均为 1.37, 属于强过铝质花岗岩。与岩体侵入活动密切相关的内生矿产主要有钨、锡、钼、铍、铜、铅、锌、锑、铁、铌、钽、萤石等, 其中钨矿、

收稿日期: 2007-09-11

作者简介: 李春海(1979-), 男, 黑龙江克山人, 硕士研究生, 矿物学岩石学矿床学专业, 主要从事区域找矿和成矿背景研究。E-mail: clark3223@yahoo.com.cn

萤石矿最为重要,如夏色岭中型钨矿床、千亩田中型钨矿床、牵牛岗小型钨矿床和五亩山小型萤石矿床(图 1),前三者为高温热液石英脉型钨矿床,后者为中低温热液型萤石矿床,它们中的一部分可能与拉张的动力学背景有关<sup>[4]</sup>,其围岩蚀变主要是角岩化和云英岩化。

## 2 矿区地质特征

### 2.1 矿区地层

矿区出露地层从老至新分别为南华系休宁组(Nh<sub>1,x</sub>)<sup>[5,6]</sup>、雷公坞组(Nh<sub>2,l</sub>)<sup>[2]</sup>和震旦系陡山沱组(Z<sub>1,d</sub>)<sup>[5,6]</sup>(图 2)。区域上,休宁组相当于志棠组<sup>[2]</sup>,雷公坞组相当于南沱组<sup>[6]</sup>(表 1),三组地层之间均为整合接触关系。陡山沱组主要为白云岩、硅质泥岩、石英砂岩和硅质岩,雷公坞组为青灰色块状含砾砂泥岩、夹含砾泥质砂岩,休宁组为青灰色粉砂质泥岩、粉砂岩和细砂岩。

主要含矿地层为雷公坞组,由冰成岩系组成,形成于弧后盆地沉积环境<sup>[2,7]</sup>,分为 3 个岩性段。下段主要为冰碛含砾泥砂岩、冰碛含砾砂泥岩和冰碛含砾泥岩,夹少量粉砂质、硅质泥岩和泥岩,冰碛岩中粉砂岩具水平层理,厚度可达 60 余 m,冰碛岩中含少量脉石英、千枚岩、硅质岩和花岗岩的砾石,大小一般 1~5 mm,大者可达数十到数百毫米,少数砾石面上可见冰川擦痕等冰蚀遗迹。中段主要岩性为含锰砂岩、含锰硅质岩、黑色页岩和粉砂质、硅质泥岩和泥岩等,见有波状微细层理和波状交错层理,沉

积厚度约 20 m,在碎屑岩中见有同沉积的黄铁矿团块、条带和结核等(为间冰期的证据之一)。上段主要岩性为含冰碛砾石砂岩、泥岩,夹少量砂泥岩和泥质岩等,沉积厚度达几十米、甚至上百米,并被晚期的宽约 3 m 的脉岩(花岗斑岩?)侵入,砾石成分复杂,主要有脉石英、砂岩、含锰灰岩及硅质岩等,大小一般为 10~20 mm,大者达几百毫米<sup>[2]</sup>。Marinoan 冰期和 Sturtian 冰期是全球新元古代末期两次主要的冰期事件,其中 Marinoan 冰期结束于 635 Ma; Sturtian 冰期可能发生在 710~720 Ma<sup>[8]</sup>,而华南雷公坞组地层的 3 个岩性段可能就代表了新元古代末期两期冰期及其间冰期。

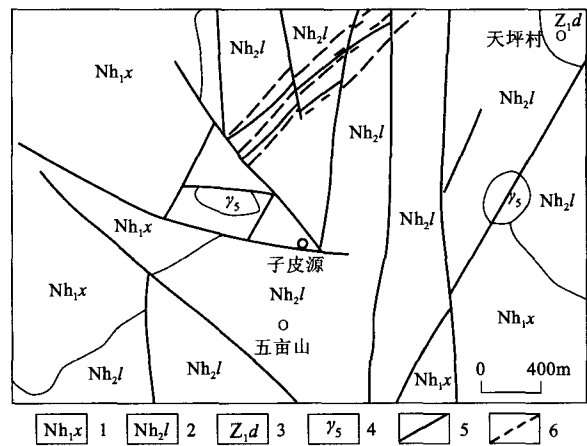


图 2 五亩山地区地质简图

Fig. 2 Geological sketch map of the Wumushan area

1. 休宁组
2. 雷公坞组
3. 陡山沱组
4. 燕山期花岗岩
5. 断裂
6. 黑钨矿化石英脉带

表 1 华东地区部分新元古代地层划分对比

Table 1 Divisions and contrast for some Neoproterozoic strata in east China

系	统	包超民等 <sup>[6]</sup>	浙江省区域地质志 <sup>[2]</sup>	本文
震旦系	下统	陡山沱组	陡山沱组	陡山沱组
南华系	上统	南沱组	雷公坞组	雷公坞组
	下统	休宁组	志棠组	休宁组

### 2.2 矿区断裂

五亩山地区断裂的主要走向有 NE 向、NW 向和 SN 向等(图 2),NE 向以压扭性为主,是主要的控矿构造,NW 向以张扭性为主,SN 向以压扭性为主。根据断裂相互穿插关系的观察,该区至少存在 3 期断裂,第 1 期 NE 向,第 2 期 NW 向,第 3 期 SN 向。

### 2.3 矿床地质

黑钨矿石英脉带均产于花岗岩小岩枝北侧的雷公坞组中(图 2),有 200 多条石英细脉,绝大多数含黑钨矿,一般宽 5~10 cm,最宽可达 62 cm,长度在 5~100 m,总体走向 NE 向,倾向 NW,矿体受断裂构造控制,有时伴生有萤石细脉和云英岩细脉。黑钨矿石英脉 WO<sub>3</sub> 品位一般为 0.267%~1.155%。矿石矿物以黑钨矿为主,呈星散状、浸染状及团块

状,呈半自形—自形,多为板状集合体,大小多数在1~5 cm,白钨矿、黄铜矿次之;脉石矿物以石英、白云母为主,另有少量黄玉、绿柱石、黄铁矿、萤石。围岩蚀变主要是云英岩化和角岩化。

五亩山地区出露的两处花岗岩为千亩田花岗岩岩体的小岩枝,两个小岩枝侵入雷公坞组中,其  $w(W) = 20 \times 10^{-6}$ <sup>[1]</sup>, 是上陆壳丰度 ( $2.0 \times 10^{-6}$ )<sup>[9]</sup> 的 10 倍,说明花岗岩岩枝中钨的富集系数(富集系数=岩体或地层单元丰度值/上陆壳丰度值)达到了 10,完全可以成为钨矿的重要矿质来源之一。

### 3 容矿构造及找矿方向

五亩山矿区 NE 向断裂规模较大,相伴的 40°~60°走向裂隙也最发育。矿化石英脉主要分布在这组裂隙中,作者等对雷公坞组中的黑钨矿容矿裂隙作了产状测量,其结果列于表 2。矿化石英脉往往发育于主断裂的两侧,并与主断裂同产状、同性质,表明裂隙与区域断裂有密切的成因联系,可能是同一应力场下产生的不同级别的断裂构造(图 2、图 3)。据野外观察,钨矿化与 NE 向断裂关系最密切,说明该方向的断裂(裂隙)为成矿前或成矿期形成的容矿构造,这些矿化脉体多表现出右行剪切特征,它们是剪张应力和剪压应力共同作用的结果(图 3)。而晚期的 NW 向和 SN 向断裂(裂隙)切割了含钨石英脉带,不含黑钨矿或白钨矿,为成矿后的构造,可能对矿体起破坏作用。

从表 2 和方位极点图<sup>[10]</sup>(图 4)可以看出,控矿裂

隙倾向(图 4 中的虚线范围)为 320°~340°,走向 50°~70°,倾角(图 4 中的实线范围)主要为 40°~53°和 75°~82°,说明含黑钨矿(白钨矿)石英脉主要以高角度和中角度产出,倾向 NW,个别的倾向 E 或 SE。

表 2 雷公坞组矿化裂隙测量表

Tab 2 Occurrences of mineralized fractures in the Leigongwu Formation

编号	走向(°)	倾向(°)	倾角(°)	矿化类型
1	45	315	82	
2	355	85	76	
3	55	145	45	
4	25	295	48	
5	30	300	82	
6	50	320	45	
7	50	320	53	石英脉型黑钨矿、白钨矿矿化
8	50	320	90	
9	55	325	50	
10	55	325	66	
11	60	330	75	
12	20	290	20	
13	20	290	80	
14	70	340	40	

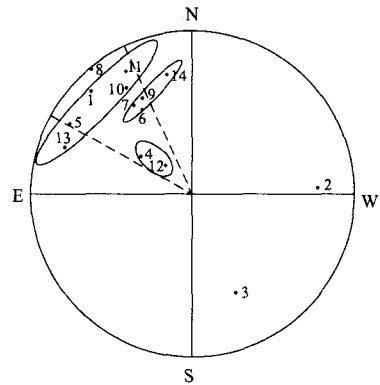


图 4 雷公坞组赋矿裂隙方位极点图

Fig. 4 Orientation top figure for mineralized fractures of Leigongwu Formation

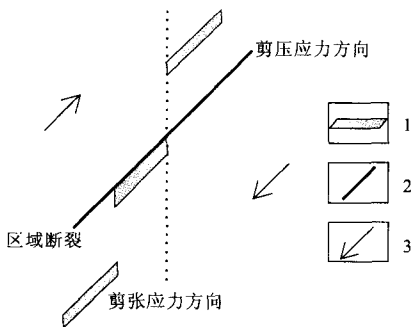


图 3 含钨石英脉和区域断裂应力分析平面示意图

Fig. 3 Plane sketch map of stress analysis between tungsten-bearing quartz veins and regional fault

1. 含钨石英脉 2. 区域断裂 3. 应力方向

在矿区野外露头上,含钨石英脉和云英岩脉沿雷公坞组含砾砂岩地层的裂隙产出,两者形态和产状相似(图 5),并且伴随萤石矿化,这与区域上千亩田花岗岩的成矿特征基本一致。这些脉体在地表倾角较缓(40°~53°),向下加大(75°~82°),随后又可变缓,如此反复,从而构成“阶梯”状,这与在五亩山地区民采老硐中所见之矿体形态(图 6)一致。同时,在倾斜的裂隙处及两者转折处矿体有变厚、变富的现象,在较陡立的裂隙处矿体有时会有变薄、尖灭现象。

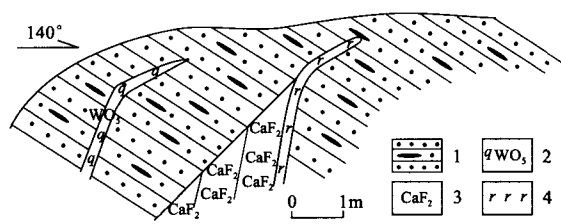


图 5 雷公坞组中含钨石英脉素描

Fig. 5 Sketch of ore-bearing veins in Leigongwu Formation

1. 雷公坞组 2. 含钨石英脉 3. 萤石脉 4. 云英岩脉

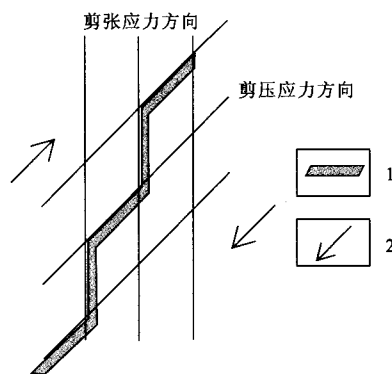


图 7 含钨石英脉应力分析垂向示意图

Fig. 7 Vertical sketch of stress analysis for tungsten-bearing quartz veins

1. 含钨石英脉 2. 应力方向

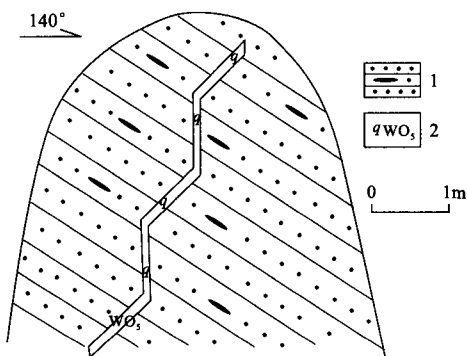


图 6 采硐中含钨石英脉形态素描

Fig. 6 Sketch of Tungsten-bearing quartz veins in stopes

1. 雷公坞组含砾砂岩 2. 含钨石英脉

说明含矿热液有一部分可能不是“直线式”的从底部向上运移,而是先沿着倾斜的裂隙运移,然后沿较陡立的裂隙上升,如此反复,形成了“阶梯”状的矿体,它们是剪张应力和剪压应力共同作用的结果(图7)。这样的规律可以用来指导找矿和钻探施工。今后在浙西北地区脆性的前寒武系内,应注意寻找沿剪压性区域断裂的剪张性裂隙产出的燕山期岩浆热液裂隙石英脉型钨矿。

## 4 结论

(1)NE 走向裂隙为容矿构造。

(2)矿化石英脉在垂向上呈倾斜的“阶梯”状,找矿和钻探施工中应引起注意。

(3)今后浙西北地区寻找裂隙充填石英脉型钨矿应注意剪压性区域断裂的剪张性裂隙的含矿性。

致谢:野外工作期间得到了浙江省临安市陈海鸥先生的大力帮助和支持,在此表示诚挚的感谢。

## 参考文献:

- [1] 浙江省区域地质调查队. 1:20 万临安幅区域地质调查报告[R]. 杭州:浙江省地质矿产局,1967.
- [2] 浙江省地质矿产局. 浙江省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989. 1-609.
- [3] 1:5 万昌化地区地质调查报告[R]. 杭州:浙江地质矿产局.
- [4] 华仁民,陈培荣,张文兰,等. 论华南地区中生代 3 次大规模成矿作用[J]. 矿床地质,2005, 24(2): 99-107.
- [5] 包超民,邢光福,周宇章. 华东地区前寒武纪主要地质事件及构造演化[J]. 资源调查与环境, 2005, 26(2): 10-17.
- [6] 包超民,邢光福,周宇章,等. 华东地区前寒武纪地层划分综述[M]// 江西省地质学会. 加强地质工作,促进可持续发展——2006 年华东六省一市地学科技论坛. 南昌:江西科学技术出版社,2006. 10-17.
- [7] 李双应,王道轩,颜怀学,等. 皖南雷公坞组地球化学特征及其大地构造意义[J]. 安徽地质,1996, 6(4): 15-22.
- [8] 黄晶,储雪蕾,张启锐,等. 新元古代冰期及其年代[J]. 地学前缘,2007, 14(2): 249-256.
- [9] 陈骏,王鹤年. 地球化学[M]. 北京:科学出版社,2004. 33-53.
- [10] 朱志澄,韦必则,张旺生,等. 构造地质学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1999. 219-229.

ORE-BEARING STRUCTURES AND PROSPECTING  
DIRECTION ABOUT TUNGSTEN DEPOSITS IN THE  
WUMUSHAN AREA OF ZHEJIANG PROVINCE

LI Chun-hai<sup>1,2</sup>, WU Chang-zhi<sup>1</sup>, GUO Kun-yi<sup>2</sup>, BAO Chao-min<sup>2</sup>, XING Guang-fu<sup>2</sup>

(1. Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Nanjing Institute of Geology and Mineral resources, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** Hypo-thermal tungsten deposits came into being after intrusion of ore-bearing Yanshanian granite in the Wumushan area. These mineralized vein bodies are usually distributed within fractures of regional fault with medium or low dip angle near surface and high angle below or their alternating occurrences. The preminero-genic and syn-minero-genic fractures are defined by measurement and statistics of the ore-bearing fractures. The NE fractures host ore thus the ore-searching direction is pointed out.

**Key Words:** Wumushan tungsten deposit; fracture; Leigongwu formation; Zhejiang province

~~~~~  
(上接第 15 页)

**Abstract:** Huzi area is located at the intersection of NNE Zhuguang-Xinxing U ore belt and EW Dadongshan-Zhangzhou deep-seated fault and overprinted with the early and late hydrothermal ore fluids. In the high radioactive field area occur both of the big silicification vein type and the intersection type U deposits and the area is potential for further exploration. This paper analyses metalogenic condition and ore potential of Huzi area based on geological setting, characteristics and locating condition of the U ore deposits and points out the further ore-searching direction: ① No. 6009 silicified fractural zone whose north part is favorable for the big silicification type U ore deposit and whose south part for the intersection type; ② the area between Xinqiao-Xiazhuang silicified fractural zone and No. 6009 silicified fractural zone where is favorable for silicified zone type and intersection type; ③ intersection of NW and near EW diabase dykes and NE structure where is favorable for intersection type.

**Key Words:** exploration of granite-hosted uranium ore deposit; uranium ore-forming condition; uranium ore-searching direction; Huzi area in Xiazhuang ore field