

湖南上堡矿区钨锡矿成矿条件及找矿前景分析

雷泽恒^{1,2}, 乔玉生², 许以明²

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 湖南省湘南地质勘察院, 郴州市 423000)

[摘要] 上堡矿区出露地层有石炭系和二叠系, 壶天群及栖霞组的灰岩、白云质灰岩化学性质活泼, W、Sn 含量较高; 区内的燕山早期黑云母花岗岩呈岩株或岩枝状产出, 岩石具钠长石化和云英岩化, 微量元素丰度值高; 花岗岩体顶部的注部构造很发育, 规模大, 是有利的成矿空间; 围岩蚀变强烈, 以矽卡岩化为主; W、Sn 等元素的土壤异常围绕岩体分布, 并且强度高, 范围广; 经钻探揭露, 在接触带上有具工业意义的矽卡岩型钨锡矿体。通过分析, 认为上堡矿区成矿地质条件优越, 具有大型规模钨锡矿找矿潜力。

[关键词] 矽卡岩型钨锡矿 成矿地质条件 找矿前景 上堡

[中图分类号] P618.44 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2009)02-0044-09

Lei Ze-heng, Qiao Yu-sheng, Xu Yi-ming. W-Sn mineralization characteristics and exploration potential of the Shangbao mineral district, Hunan province [J]. *Geology and Exploration*, 2009, 45 (2): 44-52

上堡矿区位于湖南省耒阳市黄市镇, 距耒阳市城区约 40km, 地理坐标为东经 112°57'34"~112°59'22", 北纬 26°12'01"~26°14'12"。该区地质工作开展较早, 1959年~1964年湖南地质 408 队在该区开展了黄铁矿普查工作, 并编制了《湖南省耒阳县上堡黄铁矿详细勘探报告》, 1969年~1971年湖南省地质 408 队在该区花岗岩体内开展铌钽矿的普查地质工作, 编制了《湖南省耒阳县上堡矿区铌钽矿勘探报告》。但是, 以往地质工作中只针对某单一矿种, 没有注重综合找矿, 钨锡基本分析很少, 组合分析也不全, 对区内矽卡岩型钨锡矿研究不够。1988年湖南有色 214 队在该区蓑衣碰矿段开展过普查地质工作, 但工作时间很短, 找矿效果也不理想。

近年来, 通过开展上堡矿区地质测量、物化探及工程揭露等工作, 认为该区的成矿地质条件优越, 具有寻找大型规模的矽卡岩型钨锡矿潜力。

1 区域地质特征

1.1 地质特征

上堡矿区位于郴州—邵阳北西向走滑型构造岩浆岩带与东西向阳明山—大义山—彭公庙岩浆岩带

的交汇部位。属湘南加里东—印支穿插褶皱带中东湖—上堡印支褶皱带中的组成部分(图 1)。

出露的地层有第三系、白垩系、侏罗系、三叠系、二叠系、石炭系。褶皱、断裂构造特别发育。主要褶皱有上堡背斜、白沙向斜、龙株山向斜。主要断裂构造有: 北北东向断裂、北西向断裂、北东向断裂等。

区内无大的岩浆岩体出露, 但小岩体、岩脉极为发育。岩浆活动具多期多次的特点。上堡岩体为燕山早期黑云母花岗岩, 呈岩枝、岩豆、岩株状产出。燕山晚期的辉绿岩呈岩墙、岩脉产出。区内的岩浆活动与矿床的形成关系密切。

1.2 物探异常特征

该区位于泗洲山—上堡近东西向剩余重力低异常带东端, 1:50 万湘南地区的布格重力异常图上有 1 个负剩余异常, 其异常值 $-1\text{g}/\text{cm}^3$ 。上堡地区 1:5 万重力测量成果显示, 在上堡岩体上存在一个与航磁异常中心相吻合的重力低异常, 呈等轴状分布, 面积约 100km^2 , 最低异常强度为 $-12\text{g}/\text{cm}^3$ 。初步解译重力异常为区内隐伏花岗岩体引起。

本区航磁异常为一规模较大、形态椭圆、正负相伴和多峰值等特点的低缓复合异常(图 2)。其强度

[收稿日期] 2008-08-29; [修订日期] 2009-02-17。[责任编辑] 王梅。

[基金项目] 中国地质调查局, 湖南桂东—汝城地区钨锡多金属矿远景调查(编号 1212010781074)资助。

[第一作者简介] 雷泽恒(1962年—), 男, 1989年毕业于中国地质大学(武汉), 高级工程师, 现主要从事地质找矿工作及地质技术管理工作。

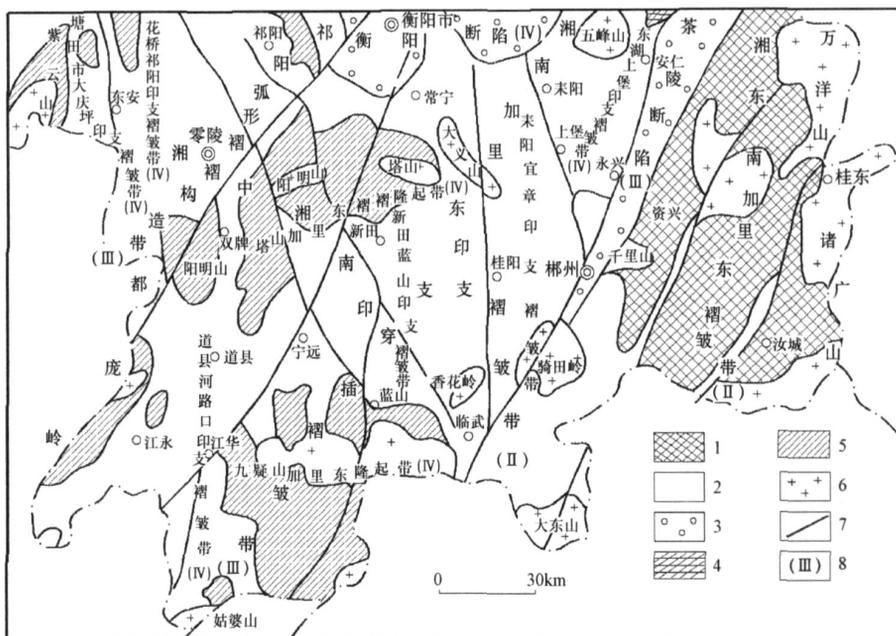


图 1 上堡地区构造位置图

Fig 1 Structure location map of Shangbao district

1—加里东褶皱带; 2—印支褶皱带; 3—燕山断陷; 4—燕山断隆; 5—加里东褶皱隆起带; 6—花岗岩;
7—断层; 8—构造级别

1—caledonian fold zong; 2—indosinian fold zone; 3—yangshanian fault depiession; 4—yanshanian
fault upwarping; 5—caledonninn fold upwarping zong; 6—griaitite; 7—fault; 8—tectonic order

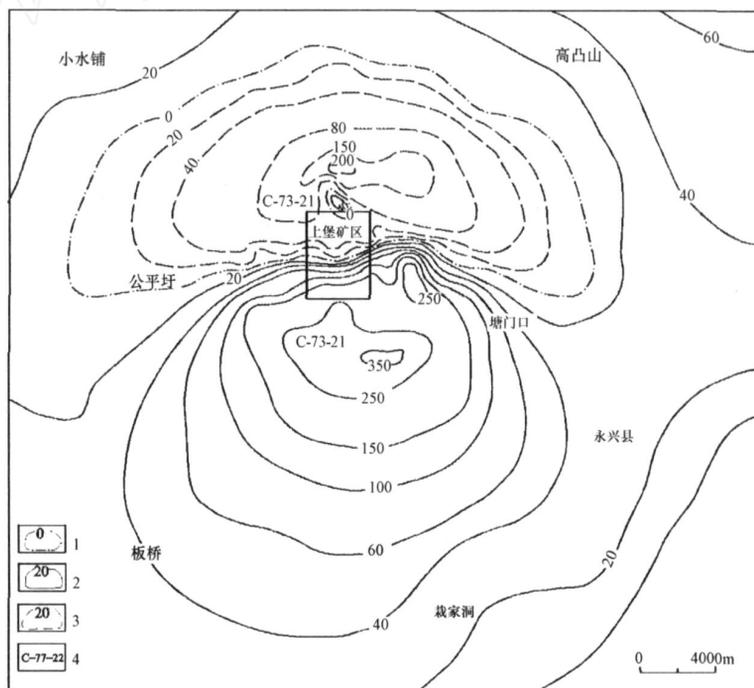


图 2 上堡地区航空磁测 T异常图

Fig 2 Map of aeromagnetic survey T abnormal in Shangbao district

1— T零等值线; 2— T正等值线; 3— T负等值线; 4—航磁 T异常编号

1— T zero isopleth; 2— T positive isopleth; 3— T negative isopleth; 4—aeromagnetic ablnmal number

湖南省湘南地质勘察院,湘南地区地质矿产基本特征(上册),1989年。

一般为 300nT ~ 350nT,局部达 400nT,北部伴有明显的负异常。按 - 50nT ~ 100nT等值线圈定的异常范围可达 200km²。地面磁测异常形态,分布范围与航磁异常基本吻合,但异常强度比航磁异常要高,异常局部形态更复杂。异常中心与上堡背斜轴部相吻合。

1.3 化探异常特征

1 5万土壤测量发现,异常围绕上堡岩体分布,异常组分复杂,主要异常元素有 Sn、W、Pb、Zn,伴生元素有 Bi、Mo、As、Ag、Cu、Hg、Au、B等;异常面积大,Sn、W、Pb、Zn单元异常面积分别达 30km²、25km²、16km²、18km²。异常强度高,Sn、W的异常强度分别为大于 300 × 10⁻⁶和 500 × 10⁻⁶;异常浓集中心明显,具明显的浓度分带;异常呈椭圆状分布,长轴走向 NW。(图 3、图 4)。

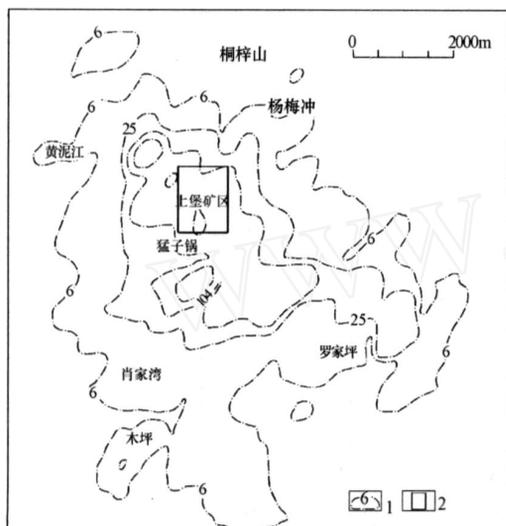


图 3 上堡地区土壤测量锡异常图

Fig 3 Tin abnormal map of soil survey in Shangbao district

1—锡异常等值线 (10⁻⁶); 2—矿区范围

1—isopleth of tungsten abnormal (10⁻⁶); 2—mining area range

2 矿区地质特征

2.1 地层

区内分布的地层为石炭系、二叠系及第四系(图 5)。

石炭系下统分布于蓑衣碰矿段,其中测水组(C_{1c})为碳质页岩、页岩及角岩,碳质页岩为黑色、灰黑色夹灰色及杂色页岩;梓门桥组(C_{1z})为含碳质大理岩化结晶灰岩;中上统壶天群(C_{2+3ht})白云石大理岩及大理岩,分布面积广。

二叠系下统栖霞组(P_{1q})下部为含少量燧石结核大理岩化结晶灰岩及大理岩;上部含燧石结核及条带大理岩化结晶灰岩。当冲组(P_{1d})下部为灰—深



图 4 上堡地区土壤测量锡异常图

Fig 4 Tin abnormal map of soil survey in Shangbao district

1—锡异常等值线 (10⁻⁶); 2—矿区范围

1—isopleth of tin abnormal (10⁻⁶); 2—mining area range

灰色、深褐色的中薄层硅质岩,上部以灰色及杂色硅质页岩为主,夹硅质岩。上统龙潭组(P_{2l}):为灰色、深灰色、灰棕色细粒泥质石英砂岩,深灰色、黄色页岩和砂质页岩互层。二叠系地层分布于矿区的东面。

2.2 构造

区内褶皱构造主要为上堡背斜,该背斜控制矿区总体构造形态,背斜轴向为北北西向,核部地层为石炭系下统测水组,两翼为石炭系下统梓门桥组、中上统壶天群及二叠系。由于断层、花岗岩及辉绿岩的破坏,背斜构造不完整。在背斜的东翼栖霞组中发育一些次级紧密褶皱。

断裂构造比较发育,按其方向分为近南北向和北东向两组。

近南北向断裂:F1倾向东,倾角 70 左右,长 3500m,由南至北贯穿矿区,中部被花岗岩所切。断层性质为正断层,有宽 1m ~ 100m 的破碎带,角砾成分复杂,多为灰岩、硅质岩及砂页岩角砾等,胶结物多为硅质,其次为泥质、钙质。破碎带具有较强烈的硅化、局部黄铁矿化及碳酸盐化。F2、F3 分别位于 F1 断层的东、西两侧,长度 3000m 左右,已被辉绿岩充填。

北东向断裂:F4 位于观音山南东侧,走向为北东向,倾向北西,走向长 210m,并见有断层角砾岩。F5 位于观音山的北西侧,与 F4 近于平行产出,断层长度 230m,北东端被花岗岩所切。

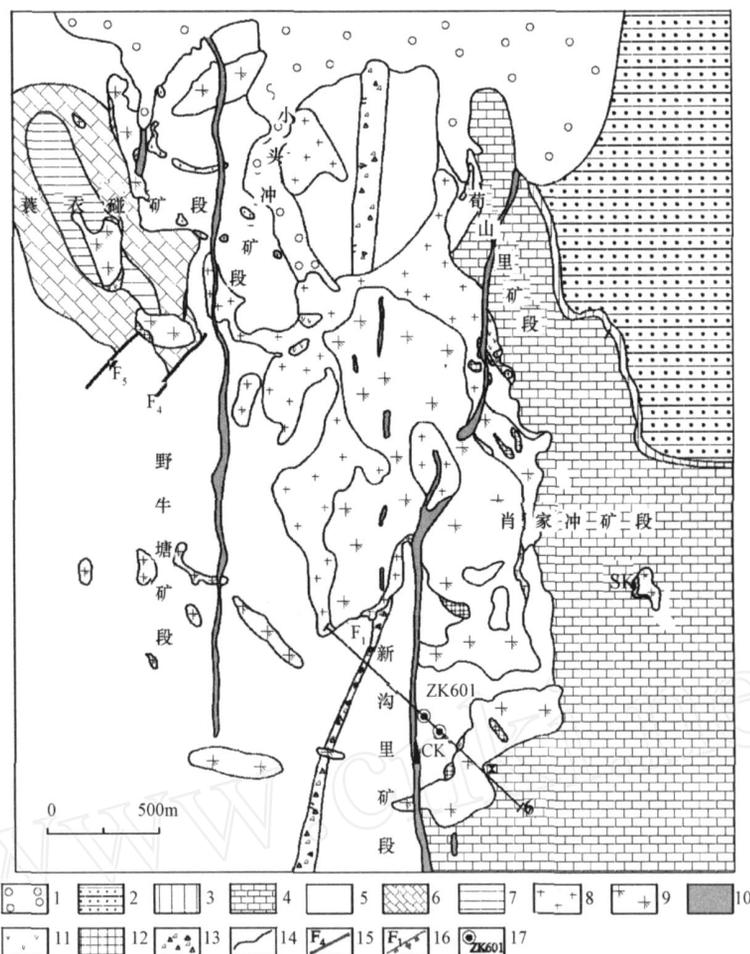


图 5 上堡矿区地质略图

Fig 5 Sketch geology map in Shangbao mining area

1—第四系; 2—二叠系上统龙潭组; 3—二叠系下统当冲组; 4—二叠系下统栖霞组; 5—石炭系中上统壶天群; 6—石炭系下统梓门桥组; 7—石炭系下统测水组; 8—燕山早期第一次边缘相花岗岩; 9—燕山早期第一次中心相花岗岩; 10—辉绿岩; 11—矽卡岩; 12—铁帽; 13—断层角砾岩; 14—地质界线; 15—断层及编号; 16—正断层及编号; 17—钻孔及编号

1—Quaternary System; 2—Longtan formation in Permian System; 3—Dangchong formation in Permian System; 4—Qixia formation in Permian System; 5—Hutian group in Carboniferous System; 8—First marginal facies granite in the early Yanshanian; 9—First centre facies granite in the early Yanshanian; 10—Diabase; 11—Skarns; 12—Gossan; 13—Fault breccia; 14—Boundary; 15—Fault and its number; 16—Normal fault and its number; 17—Drillhole and its number

2.3 岩浆岩

矿区内岩浆活动频繁,既有燕山早期黑云母花岗岩,也有晚期呈岩墙产出的辉绿岩。由于花岗岩的顶部起伏不平、风化剥蚀的深度不一,致使在主体花岗岩体的北、西、南三面分布着众多(38个)呈岩脉状、岩枝状、岩豆状、透镜状产出的小岩体。主体花岗岩根据产状及岩性特征可以划分为中心相和边缘相两个相带,中心相为中细粒斑状黑云母花岗岩,边缘相为细粒斑状黑云母花岗岩及细粒黑云母花岗岩。主体花岗岩呈岩株状产出,出露面积为 1.45km²。

边缘相细粒黑云母花岗岩 (2_5^{-1a}): 细粒花岗结

构,矿物粒径 0.5mm ~ 1mm,块状构造,主要矿物成分为钾长石 35% ~ 40%,斜长石 20% ~ 25%,石英 25% ~ 30%,黑云母 4% ~ 5%。钠长石 < 5%。主要副矿物有褐钨铋矿、钼铅石、钨铁矿等。

中心相中细粒斑状黑云母花岗岩 (2_5^{-1b}): 肉红色,似斑状结构,基质为中细花岗岩结构,矿物颗粒大小 0.5mm ~ 2mm,块状构造。主要矿物成分为钾长石 40% ~ 45%,斜长石 20% ~ 25%,石英 25% ~ 30%,黑云母 3% ~ 5%,钠长石 3% ~ 4%。斑晶为钾长石、斜长石和石英,其粒径 6mm ~ 10mm。主要副矿物有钨铁矿、钼铅石、独居石、磷灰岩、黑钨矿、

表 1 岩浆岩化学成分及参数 (%)

Table 1 Composition and parameters of magmatic rock (%)

| 样号 | 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 | 灼失 | Mf | A/CNK | KN/A | FeO ^T /MgO | K ₂ O/N ₂ O | AR | 资源来源 | | |
|-------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|--------|-------|------|-----------------------|-----------------------------------|------|------|------|-----|
| 1 - 168 | 14.0 | 10.14 | 14.77 | 0.41 | 1.55 | 0.05 | 0.54 | 2.52 | 4.68 | 4.40 | 0.01 | 1.68 | 98.85 | 0.33 | 0.87 | 0.84 | 3.63 | 0.62 | 3.28 | 3.21 | [1] |
| H52 | 75.01 | 0.10 | 12.31 | 0.26 | 2.35 | 0.04 | 0.15 | 0.71 | 3.44 | 4.62 | 0.02 | 0.4 | 99.41 | 0.09 | 1.03 | 0.87 | 17.23 | 0.88 | 2.03 | 4.25 | |
| 2 ^{s-1a} | 74.96 | 0.17 | 12.72 | 1.99 | 0.78 | 0.44 | 0.90 | 0.45 | 3.68 | 4.53 | | | 100.62 | 0.38 | 1.09 | 0.86 | 2.86 | 0.81 | 2.11 | 4.31 | [2] |
| 2 ^{s-1b} | 75.00 | 0.17 | 12.50 | 1.67 | 0.94 | 0.84 | 0.65 | 0.64 | 3.48 | 4.98 | | | 100.87 | 0.32 | 1.02 | 0.89 | 3.76 | 0.94 | 2.24 | 4.62 | |
| μ | 52.64 | 1.15 | 15.34 | 2.90 | 7.17 | 0.16 | 5.96 | 6.29 | 3.28 | 1.05 | 0.18 | 3.30 | 99.42 | | | | | | | | 辉绿岩 |

表 2 花岗岩稀土元素含量 (10⁻⁶)及参数^[1]

Table 2 REE content of granites (10⁻⁶)^[1]

| 样号 | La | Ce | Pr | Nd | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | Y | La/Yb | LREE/HREE | Eu | |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|-------|-----------|------|------|
| 1 - 1 | 126.08 | 265.29 | 28.06 | 97.24 | 23.81 | 0.63 | 21.79 | 4.965 | 38.35 | 26.82 | 26.82 | 5.407 | 41.02 | 6.69 | 204.838 | 98.59 | 3.07 | 1.51 | 0.09 |
| H52 | 59.50 | 122.5 | 13.95 | 44.41 | 11.00 | 0.26 | 10.69 | 2.12 | 14.3 | 2.99 | 9.54 | 1.79 | 12.60 | 2.00 | 90.953 | 98.60 | 4.72 | 1.71 | 0.08 |
| 3 - 1 | 128.92 | 233.78 | 26.31 | 98.58 | 23.39 | 0.54 | 21.33 | 4.476 | 26.87 | 15.41 | 15.41 | 3.013 | 22.14 | 3.39 | 164.687 | 77.95 | 5.82 | 1.92 | 0.08 |

白钨矿等。岩石化学成分见表 1。

燕山晚期的辉绿岩 (μ):呈岩墙、岩豆、岩脉状产出,出露有 15条,走向大致为南北向,规模较大的有三条,倾角为 75°~85°。出露长度几十 m至 3000m不等,宽度一般 20m~30m,最宽达 50m以上,最窄 5m~7m。

上堡花岗岩稀土元素特征为: REE值较高,平均为 769 ×10⁻⁶; LREE/HREE为 1.51~1.92,富集轻稀土;铈亏损明显, Eu值为 0.08(表 2)。稀土配分曲线总体较平坦(图 6),呈海鸥型,轻稀土部分右缓倾,重稀土部分略左缓倾,具有非常明显的 Eu负异常^[3]。

2.4 围岩蚀变

区内围岩蚀变强烈,特别是岩体接触带附近。主要蚀变有钠长石化、云英岩化、矽卡岩化、大理岩化、绢云母化、绿泥石化、角岩化、硅化、电气石化、萤石化等。

黑云母花岗岩具不同程度的自变质,主要为钠长石化、云英岩化,次为绢云母化、绿泥石化及高岭土化等。

区内矽卡岩化较强,因原岩不同而形成不同种类的矽卡岩,即镁质矽卡岩和钙质矽卡岩,其中钙质矽卡岩中钨锡矿化较好。

矽卡岩化、钠长石化、云英岩化等与成矿关系密切。

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

前人对区内的黄铁矿和钨钼矿所做工作较多。

黄铁矿主要集中于上堡岩体北东侧的苟山里一带,矿化主要见于接触带附近的矽卡岩中,矿体呈似层状、扁豆状、串珠状,并伴有白钨矿和锡石矿化。钨钼矿为花岗岩风化壳型,在岩体表面上呈似层状产出,矿体厚度一般 1m~2m左右,局部最大厚度达 74m。

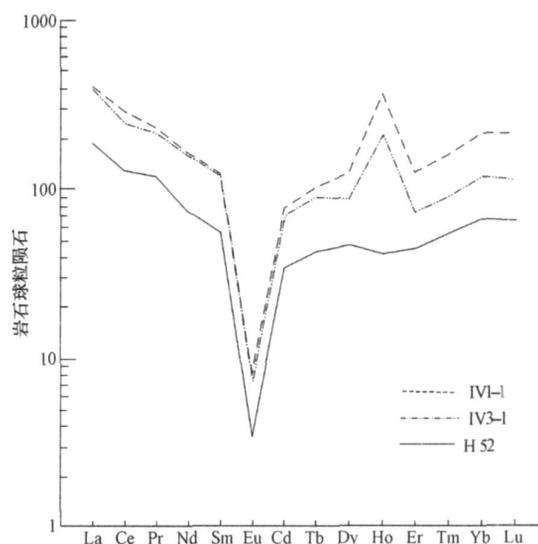


图 6 上堡花岗岩稀土元素配分曲线^[1]

Fig 6 Chondrite - normalized REE patterns of the Shangbao granite^[1]

1 - 1、3 - 1、H52—样品编号

1 - 1、3 - 1、H52—sample and number

表 3 主要矿体特征表

Table3 Main ore bodies characteristic table

| 矿体号 | 走向长 /m | 倾向长 /m | 厚度 /m | WO ₃ /% | Sn /% | WO ₃ /t | Sn /t | 备注 |
|-----|--------|--------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|-----------|
| 1 | 100 | 20 | 2.76 | 0.03 | 0.28 | | | |
| 2 | 280 | 35 | 0.82 | 0.39 | 0.41 | | | 荀山里 |
| 3 | 130 | 150 | 1.65 | 0.26 | 0.20 | | | 矿段 |
| 4 | 130 | 300 | 0.94 | 0.23 | 0.10 | 181.14 | 128.9 | |
| 5 | 270 | 60 | 2.63 | 0.33 | 0.11 | | | 新沟里 |
| 6 | 250 | 45 | 1.08 | | 0.22 | 496.6 | 223.3 | 矿段 |
| 7 | 210 | 100 | 1.10 | 0.72 | 0.17 | 622.9 | 139.9 | 蓑衣碰 矿段 |

通过对黄铁矿勘查报告的资料分析,我们发现,在围绕花岗岩体的接触带形成了厚度不等的砂卡岩,在接触带的凹陷部位砂卡岩厚度最大,砂卡岩中具磁铁矿化、磁黄铁矿化、黄铁矿化和钨、锡矿化。由于以前对砂卡岩型的钨锡矿重视不够,只有个别样品作了钨锡的基本分析,通过资料的二次研究,在荀山里、新沟里、蓑衣碰 3 个矿段中圈出了 7 个钨锡矿体,估算的资源量 WO₃ 1300.64t, Sn492.1t, 矿体特征如表 3。

2007 年根据区内成矿地质条件分析,在新沟里矿段 6 线剖面施工了一个钻孔 (ZK601 孔),见到了厚度 6m 的绿帘石透辉石砂卡岩,其中砂卡岩型钨锡矿厚度 1.76m,平均品位 WO₃ 0.778%、Sn0.107%。

3.2 矿石特征

砂卡岩型钨锡矿的矿石矿物主要有白钨矿、锡石,次为磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、萤石;脉石矿物有符山石、透辉石、石榴石、绿帘石、透闪石、金云母、石英、绿泥石、尖晶石、电气石、绢云母等。矿石结构以细粒他形晶结构为主,次为细粒半自形晶结构;矿石构造以星点状为主,次为浸染状,局部块状构造。

锡以锡石的形式出现,主要赋存于砂卡岩及磁黄铁矿石中,锡石的晶粒一般为 0.01mm。钨以白钨矿的形式出现,赋存于磁铁矿砂卡岩、石榴子石砂卡岩及磁黄铁矿石中,白钨矿呈不规则粒状,粒径为 0.2mm ~ 0.5mm。

4 成矿条件分析

4.1 地层岩性条件

区内出露的地层有石炭系和二叠系,从目前了解的情况来看,与成矿有关的主要为石炭系壶天群和二叠系栖霞组。其中壶天群原岩为白云岩或白云

质灰岩,栖霞组为结晶灰岩,它们的化学性质均较活泼,易于发生交代蚀变,在含矿热液的交代下,形成了镁质砂卡岩或钙质砂卡岩。地层中成矿元素含量较高,其中壶天群含 W5.8ppm, Sn8.4ppm,是维氏值的 4.5 倍和 3.4 倍;栖霞组灰岩中含 W6.0ppm, Sn5.0ppm,分别是维氏值的 4.6 倍和 2.0 倍。龙潭组的砂页岩是很好的遮挡层,有利于含矿热液与下伏灰岩的交代。

4.2 构造条件

控制矿床或矿体形成的主要构造有褶皱构造、断裂构造及接触带构造。

上堡背斜是区内的一级褶皱构造,它控制着上堡花岗岩体侵入空间,上堡花岗岩体分布于该背斜的轴部。另外在背斜核部的虚脱部位也充填有黄铁矿、磁黄铁矿体。

断裂构造对内生矿田及矿床的控制,大多数表现在断裂控制着成矿岩体的产出,从而控制着矿田及矿床的分布^[4]。区内花岗岩沿近南北向断裂 F1 侵入,F1 是区内的主要控岩、导矿构造。F1 的次构造及其它小断裂是较好的导矿和容矿构造。经钻孔揭露,在花岗岩体内或大理岩中常见有破碎带型的黄铁矿或磁黄铁型的钨锡矿,这些矿体的产状与主要断裂相交。

侵入体接触带构造是各类接触交代和热液矿床有利的成矿构造部位,这些矿床都在不同程度上受接触带的控制。矿化与接触带形态、产状有密切的联系,矿化多集中在岩浆运动的前缘或其侧旁。接触带有利的成矿部位包括:侵入体突出部位、凹入部位;岩体超覆于围岩之上部位、接触带与围岩非整合面交汇部位等^[5,6]。上堡矿区由于花岗岩的顶部起伏不平、风化剥蚀的深度不一,从而出露着众多小岩体,经钻孔证实,它们在深部是相连的,接触带的形

据湖南省地质局 408 队,湖南省耒阳县上堡黄铁矿详探报告,1964 年。
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(上册),1989 年。

态复杂多变,凹凸不平(图7)。上堡矿区侵入体接触带构造是最重要的控矿构造。

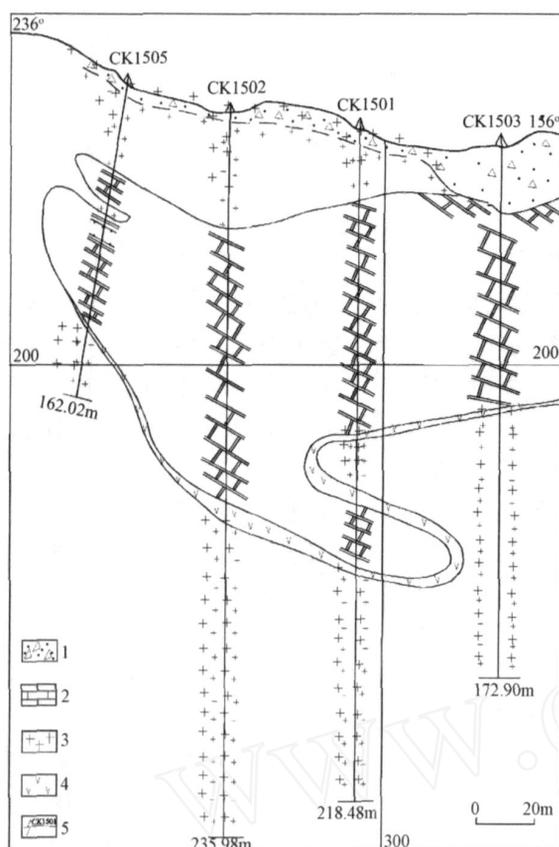


图7 荀山里矿段15线凹部构造示意图

Fig 7 Concave structure schematic map in Xunshanli ore section
1—残坡积物; 2—大理岩; 3—花岗岩; 4—矽卡岩; 5—钻孔及编号
1—residuary; 2—marble; 3—granite; 4—skams; 5—drill and number

荀山里矿段花岗岩顶部凹陷构造为近南北向,长约2000余m,宽50m~150m,凹陷深一般在200m左右,最深305m(CK1)。顶部凹陷构造控制黄铁矿体,经对黄铁矿体的组合样分析,WO₃0.22%、Sn0.17%。同时该矿段见有厚度1m~5m的矽卡岩(未分析WO₃、Sn)。

肖家冲矿段花岗岩顶部凹陷构造走向南北,长约500m,宽约150m~200m,深120m~160m。在已施工钻孔中一般均见有矽卡岩,厚约1m~3m,经取样分析WO₃一般为0.01%~0.3%,最高0.82%,Sn一般为0.01%~0.28%,最高达1.045%。

新沟里矿段花岗岩顶部凹陷构造近东西向,凹陷走向长约1000m,宽70m~400m,经钻孔揭露,矽卡岩的厚度一般为1m~6m,WO₃一般0.02%~0.24%、最高2%(CK68),Sn0.01%~0.84%、最高1.0%。

50

同样在小头冲、蓑衣碰及野牛塘矿段有规模较大的顶部凹陷构造,对形成矽卡岩型钨锡矿有利。

4.3 岩浆岩条件

该区燕山早期黑云母花岗岩,根据岩体地质特征,岩石化学特征等,按贵阳地化所的分类,可初步确定为重熔型花岗岩^[7]。

中心相为中细粒斑状黑云母花岗岩,边缘相细粒黑云花岗岩。岩石中SiO₂(68%~75%)、K₂O+Na₂O(>8%)含量高,K₂O>Na₂O,而TiO₂、TFe、MgO、CaO含量较低。稀土元素总量较高,平均为769×10⁻⁶;LREE/HREE为1.51~1.92,富集轻稀土,铈亏损明显,Eu值为0.08。上堡花岗岩的特征与南岭地区与钨锡铋钽稀土元素成矿有关的燕山期酸性黑云母花岗岩类特征相似^[8]。花岗岩均遭受不同程度的自变质作用,主要有钠长石化、云英岩化,次为绢云母化、绿泥石化。钠长石化的一个重要标志是出现多量的金黄色锂云母,同时还出现有黄玉和电气石,在岩体的边缘突出部位、岩体的超复部位钠长石化、云英岩化较强。

花岗岩中成矿元素多、丰度值高,W、Sn、Nb、Ta的丰度值(10⁻⁶)分别为:500、15、40、40,分别是维氏值的333、5、2、11倍,其中W是华南燕山期花岗岩的121倍。蚀变花岗岩中的Nb₂O₅0.014%~0.015%、Ta₂O₅0.004%~0.012%。花岗岩为成矿能提供丰富的物质来源,岩浆中的微量元素经过活化,在富含挥发份的岩浆热液中运移,在有利的成矿部位沉淀成矿。

4.4 物化探条件

15万土壤异常围绕上堡岩体分布,异常组分复杂,主要异常元素有Sn、W、Pb、Zn。为对土壤异常进行解剖,在区内开展了多条1:1万高精度磁法土壤剖面测量,其异常显示:T磁异常明显,异常形态为似等轴状,长轴走向近于南北;异常强度高,T一般为-750nT~1000nT。异常梯度变化大,T沿走向变化反映引起异常的磁性体规模、磁性均匀程度及埋深沿走向的变化特征。垂直走向上T总的梯度变化趋势是东缓西陡,反映磁性体的倾斜变化及沿倾向延深(图8)。W、Sn、Pb、Zn、Sb、As等元素含量与T值大致呈正相关。土壤及高精度磁测异常显示区内有隐伏的含磁铁矿、磁黄铁矿矽卡岩型钨锡矿体。

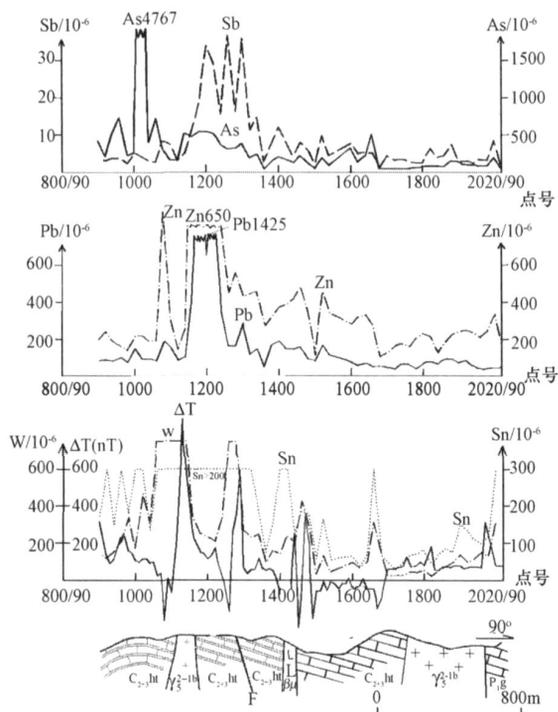


图 8 90线磁法土壤测量剖面图

Fig 8 Ninetieth section map of magnetic and soil survey
 P₁g—结晶灰岩; C₂₊₃ht—白云质大理岩; 5^{2-1b}—燕山期中心相黑
 云母花岗岩; μ—燕山期辉绿岩脉
 P₁g—limestone; C₂₊₃ht—marble; 5^{2-1b}—first center facies granite
 in the early Yanshanian; μ—diabase vein in the later Yanshanian

5 找矿前景分析

5.1 矿床成因浅析

上堡钨锡矿床产于燕山早期花岗岩与碳酸盐岩接触带的砂卡岩中,矿体的形态、产状均受接触带控制。矿石中主要有用矿物为白钨矿、锡石,次为磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、萤石;矿石结构以细粒他形晶结构为主,次为细粒半自形晶结构;矿石构造星点状为主,次为浸染状,局部块状构造。围岩蚀变有砂卡岩化、云英岩化、钠长石,次为大理岩化、绢云母化、绿泥石化等。区内花岗岩具有富硅、碱、W、Sn、Nb、Ta丰度值高的特点。成矿作用方式以交代作用为主,该矿床成因类型为砂卡岩型钨锡矿床。该矿床形成的时间为燕山期,这与华南地区浅源系列钨矿床形成时间是一致的^[9];从成矿体系上来看,大致相当于华南地区的钨(锡)钼钨成矿体系^[10]。

5.2 找矿前景分析

本区成矿地质条件优越。大面积分布的碳酸盐岩化学性质活泼,有利于成矿热液的交代,并且富含

W、Sn等元素,能提供部分成矿物质;区内出露的花岗岩为燕山早期黑云母花岗岩,属南岭地区与钨钼钽稀土元素成矿有关的燕山期酸性花岗岩,具钠长石化、云英岩化,富含 W、Sn、Nb、Ta等成矿元素及挥发份,是区内的成矿母岩。上堡背斜中次褶皱构造比较发育,同时花岗岩的顶面凹凸不平,起伏变化很大,接触带形态复杂,这些部位有利于富挥发份的含矿热液与围岩进行交代;土壤地球化学测量显示出钨锡等元素异常围绕花岗岩体分布,异常面积大,浓集中心明显,异常强度高,同时 T磁异常与土壤异常相吻合,强度大,显示有隐伏的磁性体存在。2007年施工的钻孔已揭露到厚度达 6m的矿化砂卡岩,其中具工业意义的钨锡矿体厚度 1.76m,平均品位 WO₃0.778%、Sn0.107%。因此,预测在上堡矿区寻找砂卡岩型钨锡矿的前景很好,潜力很大。

根据矿区内花岗岩的出露情况,按预测的花岗岩顶面注部构造面积,依据矿区其它钻孔的见矿情况,类比确定砂卡岩型钨锡矿体厚度 2m,矿化率 50%,矿石体重 2.9t/m³,WO₃、Sn平均品位均为 0.3%,预测 334₂资源量 WO₃、Sn均达到 4万吨以上,矿床规模达大型。

在以后的地质找矿工作中,要注意以下几方面:

- 1) 要注重花岗岩顶面的注部构造。区内几十个小岩体在深部是相连的,苟山里、肖家冲、新沟里、野牛塘以及小头冲等矿段有较大规模的注部构造,这些地方往往是矿液最集中、交代较彻底的地方,有利于成矿。
- 2) 野牛塘及新沟里以前工作很少,没有钻探工程揭露,同时小岩体较多,花岗岩顶面注部构造规模较大,近年来有人在此开采磁铁矿磁黄铁矿型的钨锡矿,故很可能找到厚度较大的砂卡岩型钨锡矿。
- 3) 在找砂卡岩型钨锡矿的同时,也要注意花岗岩顶部的蚀变岩体型钨锡矿,以及围岩中的脉状、似层状硫化物型钨锡矿。
- 4) 土壤异常围绕岩体分布,但其范围较岩体要大得多,因此还要注重外围找矿。
- 5) 注意综合找矿,如钼钽矿、黄铁矿等。

[参考文献]

[1] 伍光英,肖序常,肖庆辉,等 湘南多金属矿集区燕山期成矿花岗岩的主元素地球化学特征和成因探讨[J]. 中国地质, 2008, 35(2): 217 - 231.
 Wu Guang-ying, Xiao Xu-chang, Xiao Qing-hui, et al Major element geochemistry and genesis of Yanshanian mineralized granites in the polymetallic deposit concentration region, southern Hunan [J]. Geology in CHINA, 2008, 35(2): 217 - 231.

- [2] 湖南地质 408队. 湘南某地含铌钽花岗岩风化壳矿床地质特征 [A], 见: 全国稀有元素地质会议论文集 [C] (第二集). 地质出版社, 1974: 118 - 125.
The 408 geological team of Hunan. Geological characteristic of contains niobium tantalum granite weathering crust ore deposit in somewhere, southern Hunan [A]. In: National rare element geology conference collection [C], (Vol 2). Beijing: geological Publishing House, 1974: 118 - 125.
- [3] 伍光英, 侯增谦, 肖庆辉, 等. 湘南多金属矿集区燕山期成矿花岗岩的稀土地球化学特征和成岩成矿作用探讨 [J]. 中国地质, 2008, (3): 410 - 419.
Wu Guang-ying, Hou Zeng-qian, Xiao Qing-hui, et al. Rare earth geochemistry and petrogenesis and mineralization of the Yanshanian mineralized granites in the southern Hunan polymetallic deposit concentration region [J]. Geology in CHINA, 2008, 35 (3): 217 - 231.
- [4] 翟裕生主编. 矿田构造学概论 [M]. 冶金工业出版社, 1984: 153 - 197.
Zhai Yu-sheng editor. Mine field tectonics introduction [M]. Metallurgical Industry Press, 1984: 153 - 197.
- [5] 王泽华. 鄂东鸡笼山金铜矿床成矿地质特征及找矿前景分析 [J]. 地质与勘探, 2008, 44 (5): 17 - 22.
Wang Ze-hua. Geology and prospecting of Jilongshan gold - copper deposit in the Eastern Hubei province [J]. Geology and Prospecting, 2008, 44 (5): 17 - 22.
- [6] 范永香, 阳正熙著. 成矿规律与成矿预测 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003: 23 - 69.
Fan Yong-xiang, Yang Zheng-xi. Metallogenetic regularities and prediction [M]. Xuzhou: China University of mining and Technology Press, 2003: 23 - 69.
- [7] 贵阳地化所. 华南花岗岩类的地球化学 [M]. 科学出版社, 1979: 50 - 224.
Institute of geochemistry Guiyang in Chinese academy of sciences. Geochemistry of granite in the Southern China [M]. Beijing: Science Press, 1979: 50 - 224.
- [8] 陈毓川, 裴荣富, 张宏良, 等. 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质 [M]. 地质出版社, 1989: 1 - 508.
Chen Yu-chuan, Pei Rong-fu, Zhang Hong-liang, et al. The geology of non-ferrous and rare metal deposits related to Mesozoic granitoids in Nanling region [M]. Beijing: geological Publishing House, 1989: 1 - 508.
- [9] 冶金部南岭钨矿专题组. 华南钨矿 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1985, 258 - 308.
Nanling tungsten special group. Tungsten deposit in the Southern China [M]. Beijing: metallurgical industry press, 1985, 258 - 308.
- [10] 夏宏远, 梁书艺. 华南钨锡稀有金属花岗岩矿床成因系列 [M]. 科学出版社, 1991, 83 - 161.
Xia Hong-yuan, Liang Shu-yi. Origin series of tungsten - tin rare metal granite ore deposit in Southern China [M]. Beijing: Science Press, 1991, 83 - 161.

W-Sn Mineralization Characteristics and Exploration Potential of the Shangbao Mineral District, Hunan Province

LEI Ze-heng^{1,2}, QIAO Yu-sheng², XU Yiming²

(1. China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083;

2. Southern Hunan Institute of Geology and Survey, Chenzhou Hunan 423000, China)

Abstract: In the Shangbao mining area the outcropping rocks are mainly Carboniferous and Permian limestone and dolomitic limestone of Hutian Group and Qiqia Formation with high W, Sn background; the igneous rocks in the area are dominated by Jurassic biotite granite stocks or apophyses with albitization and greisenization, enriched in trace elements. Large scale top depression structures of the granite bodies are well developed, which provide the favorable spaces for the mineralization; The skarn are widely developed along the contact and the high intensity soil geochemical anomalies of W and Sn are also distributed surrounding the intrusive bodies. The drilling has intersected the economic grade tungsten - tin mineralization in the contact zone. It is believed that the Shangbao mining area has favorable setting for hosting large scale W and Sn mineralization, and has good exploration potential.

Key words: skarn tungsten - tin mineralization, favorable setting, exploration potential, Shangbao