

doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2017.04.005

湖南城步县威溪铜钨多金属矿床控矿因素及找矿方向

刘焕军, 赵 辉, 王晓凌

LIU Huan-Jun, ZHAO Hui, WANG Xiao-Ling

(湖南省地质矿产勘查开发局 407 队, 湖南 怀化 418000)

(Team 407 of Hunan Bureau of Geology and Mineral Exploration, Huaihua 418000, Hunan, China)

摘要: 威溪铜钨多金属矿床产于板溪群马底驿组第二段, 赋矿岩性为呈环带状分布的矽卡岩。矿床规模(钨)已达到中型以上。矿床类型主要为钨伴生铜银镓透辉石矽卡岩矿石及钨伴生铜银透辉石矽卡岩矿床。矿床严格受地层岩性、构造、岩浆热液及围岩蚀变因素控制; 在该矿区猫儿界背斜的南东翼及北东转折端一带的矽卡岩带, 中深部具有大型铜钨多金属矿的找矿前景。

关键词: 铜钨多金属矿床; 控矿因素; 找矿方向; 威溪; 城步县; 湖南

中图分类号: P618.41; P618.67

文献标识码: A

文章编号: 1007-3701(2017)04-365-07

Liu H J, Zhao H and Wang X L. Geological Properties, Ore Control Factors and Prospecting Orientation of Weixi W-Cu Polymetallic Deposit, Chengbu County, Hunan. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2017, 33(4):365-371.

Abstract: Weixi W-Cu polymetallic deposit occurs in the second section of Madiyi Formation, Banxi Group. The host rock is the skarn distributed in circle belts. The size of the deposit (W) has reached medium or above. The major type of the ore is W diopside skarn with Cu, Ag, Ga associated, and W diopside skarn with Cu, Ag associated. This deposit is strictly controlled by the lithology, structure, magma hydrothermal and alteration. There are prospecting potentials of polymetallic in large size in the deep skarn belts at southeast side and hinge zone of Maoerjie anticline.

Key Words: W-Cu polymetallic deposit; ore control factors; prospecting orientation; Weixi, Chengbu County, Hunan

城步县威溪铜钨多金属矿床于湖南省地质调查院 2002 ~ 2005 年国土资源大调查“湖南怀化—通道金铜钴矿评价”时发现。该矿山建于 2003 年, 通过近 10 年的开采, 目前, 矿山资源量已经枯竭。湖南省地勘局 407 队为缓解该矿山的生产资源危机状态, 于 2010 年开展了普查工作, 2015 年再次在该矿区开展了边深部找矿工作, 已取得了一定的地质成果, 矿床规模(钨)达到中型以上。本文在总

结前期工作的基础上, 探讨了在背斜两翼及转折端寻找厚大隐伏矿体的可能性。

1 矿区地质概况

城步县威溪铜钨多金属矿床地处华南裂陷槽西侧之三级构造单元湘中湘南加里东印支褶皱带的南西段, 加里东期苗儿山岩体北东突出端“舌”型

收稿日期: 2017-9-29; 修回日期: 2017-10-31

基金项目: 湖南省探矿权采矿权价款地质勘查项目(编号 20150307)资助。

第一作者: 刘焕军(1980—), 男, 地质高级工程师, 长期从事地质矿产勘查工作, E-mail: 1982882088@qq.com.

突出部位，至雪峰期猫儿界岩体之东岩体之间，猫儿界背斜北东倾伏端^[4]。矿床总体受雪峰期猫儿界岩体及猫儿界背斜控制，属砂卡岩型铜钨多金属矿床(见图1)。

1.1 地层

矿区出露地层为板溪群马底驿组第二段(Ptbnm²)、第三段(Ptbnm³)。马底驿组第二段(Ptbnm²)围绕苗儿山岩体边缘呈环带状分布，分

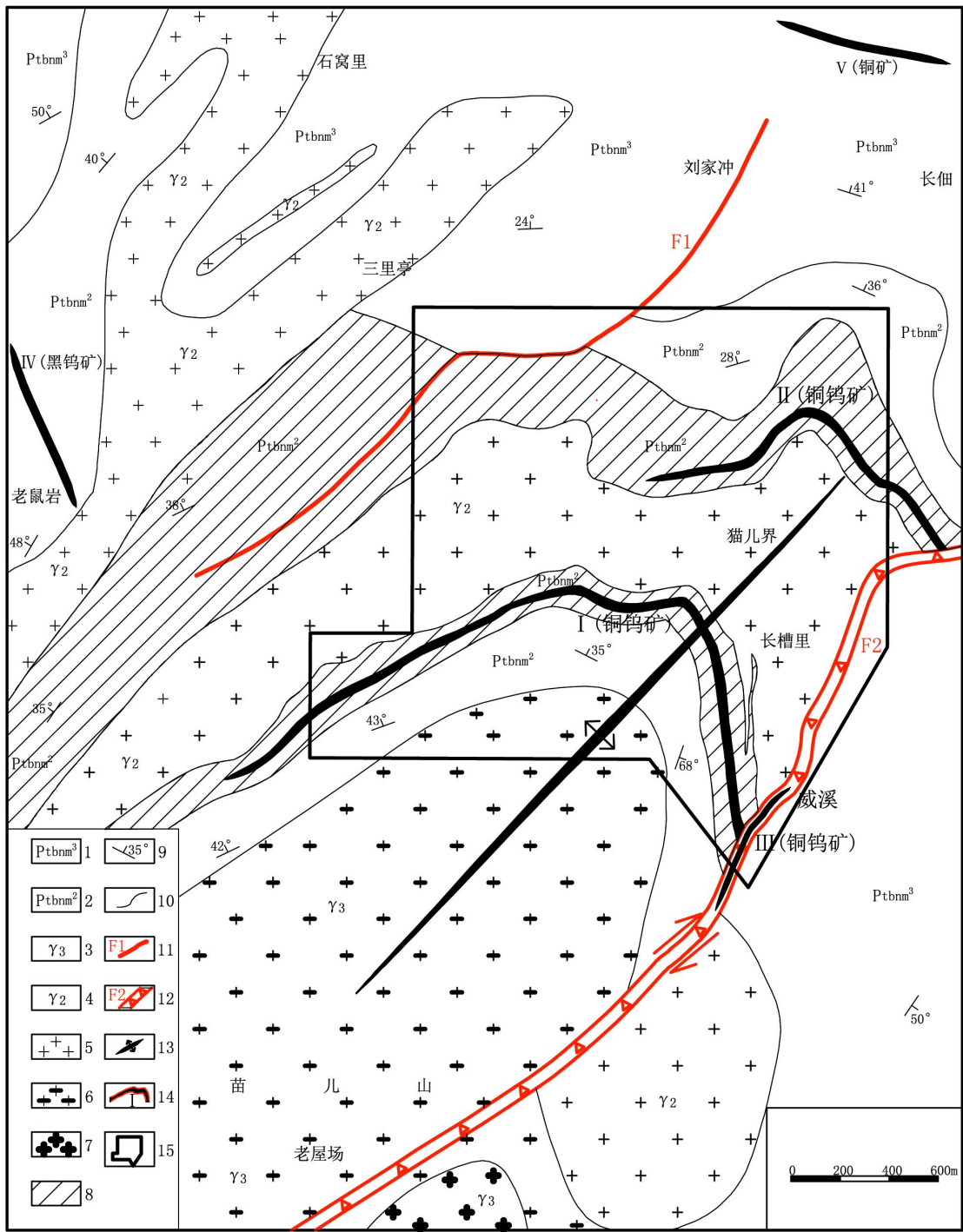


图1 威溪铜钨多金属矿床地质简图^[4]

Fig. 1 Geological Sketch Map for Weixi W-Cu Polymetallic Deposit

1-板溪群马底驿组第三段;2-板溪群马底驿组第二段;3-加里东期;4-雪峰期;5-花岗斑岩;6-细粒斑状黑云母花岗岩;7-中-中细粒斑状黑云母花岗岩;8-砂卡岩;9-产状;10-地质界线;11-断层及编号;12-断层破碎带及编号;13-背斜;14-矿带(体)及编号;15-工作区。

上、下两个亚段。上亚段:原岩为灰黑色粉砂质板岩夹变余泥质粉砂岩,具水平条带构造。由于多期岩浆侵入及韧性剪切变形变质作用的影响,岩石遭受较强烈变质,形成绿泥石白云母角岩、白云母石英角岩、钾长石透辉石角岩、石英角岩等。下亚段:原岩为灰绿色、深灰色厚层状灰岩、含锰钙质板岩、含钙泥质粉砂岩夹粉砂质板岩。岩石普遍受接触热变质作用,形成石榴石透辉石矽卡岩、硅灰石透辉石矽卡岩、绿帘石石榴石矽卡岩、黝帘石矽卡岩、含锰矽卡岩等,并在岩体周边外接触带上构成呈环带状分布的矽卡岩带,是本区钨铜多金属矿主要赋矿层位和赋矿岩性。马底驿组第三段($Ptbnm^3$)主要分布于矿区的北部及北西端,为一套灰绿色碎屑岩夹火山碎屑沉积,岩性主要为砂质板岩、粉砂质板岩、变余沉凝灰岩夹粉砂岩及少量浅变质长石英砂岩。

1.2 构造

矿区构造主要有猫儿界背斜及断层 F1、F2 与矿带关系密切。其构造线方向以北东向为主。

猫儿界背斜轴向北东 40° 左右,其背斜轴部为苗儿山岩体,两翼及北东倾伏端地层为板溪群马底驿组第二段,对本矿区铜钨多金属矿起着总体控制作用,其两翼及北东倾伏端发育的次级裂隙及层间破碎带是容矿构造。

断层 F1 总体走向呈北东向 59° ,倾向北西,倾角 $43^\circ \sim 57^\circ$,见硅化破碎带,宽度平均为 0.8 m。为成矿后的平移正断层。断层 F2 总体走向呈北东 40° ,倾向北西,倾角 $40^\circ \sim 50^\circ$,为硅化破碎带,宽度一般为 1 ~ 5 m,最大宽度大于 10 m,局部见黄铁矿化及铜钨矿体(Ⅲ)。

1.3 岩浆岩

区内岩浆活动频繁,岩浆岩出露广泛,主要有苗儿山岩体(加里东期)和猫儿界岩体(雪峰期),二者与成矿关系密切。

苗儿山岩体为区域性苗儿山大岩基的北东突出部分,形似舌状。与板溪群马底驿组第二段呈侵入接触。岩体可划分边缘相和过渡相两个相带。过渡相位于岩体中心部位,岩性为中~中细粒斑状黑云母花岗岩;边缘相分布在岩体周边,相带宽约 100 ~ 250 m,北东突出端宽度最大达 500 余米,岩性为细粒斑状黑云母花岗岩。花岗岩斑晶大小一般为 $1 \times 2 \text{ mm} \sim 1 \times 3 \text{ mm}$,大者达 $3 \times 5 \text{ mm}$,含量为

8 ~ 15%;主要矿物为钾长石、斜长石、石英;次要矿物为黑云母、白云母;副矿物锆石、磷灰石、独居石、磁铁矿、磷钇矿、电气石、褐帘石、石榴石。岩体富含铜、铅、锌、钨、锡、钼、钽、铀等多种成矿微量元素。岩石普遍见钠长石化,局部见绿泥石化、硅化、云英岩化。岩体中节理较发育,其中走向 $30^\circ \sim 50^\circ$ 的一组节理局部矿化较好,节理密度平均 8 条/m,内见晶形良好的板状黑钨矿、大片状辉钼矿、黄铁矿及黄铜矿等。

猫儿界岩体侵入于板溪群马底驿组第二、三岩性段中,由东西两个小岩体组成,产状与地层产状基本一致,呈似层状,宽 400 ~ 1200 m。原岩岩性为花岗闪长斑岩或斜长花岗斑岩,经变质作用后,岩石呈浅灰绿色—深灰色,岩性复杂,主要为钠长花岗残斑糜棱岩、钠长花岗千糜岩化花岗斑岩、石英残斑糜棱片麻岩、碎裂斜长花岗斑岩。花岗斑岩的斑晶大小一般为 4 ~ 6 mm,含量为 25 ~ 65%;主要矿物为石英、钾长石、斜长石、黑云母、白云母等;副矿物为白钛矿、磷灰石、榍石、绿泥石、绿帘石、斜绿帘石、方解石、褐铁矿、偶见锆石。猫儿界岩体富含铜、钨等多种金属微量元素。岩体中见有捕虏体,节理裂隙及小断裂较为发育,局部地段见弱矿化。岩体中微量元素 Li、Rb、Ba、Sr、Nb、Ta、F 明显偏低,微量成矿元素 W、Sb、Bi、Sn 含量明显偏高^[2]。

1.4 热液蚀变作用

矿区内热液蚀变作用强烈,主要有热接触变质作用、接触气—液交代变质作用等。热接触变质作用形成于不同时代岩体外接触带上,呈不规则环带状,从岩体边部往外围岩,变质程度减弱;主要形成角岩。形成角岩的原岩主要为粉砂质板岩夹变余泥质粉砂岩^[3]。接触气—液交代变质作用主要形成矽卡岩,呈不规则带状分布于猫儿界岩体接触带。组成矽卡岩带的岩性主要有透辉石矽卡岩、石榴石透辉石矽卡岩、透辉石石榴石矽卡岩。与该铜钨多金属矿床关系密切的主要为接触气—液交代变质作用形成的矽卡岩。形成矽卡岩的原岩主要为含锰钙质板岩、含钙泥质粉砂岩等^[3]。

2 矿床地质特征

以高温接触气—液交代变质作用形成的矽卡岩。矽卡岩在岩体边缘呈似层状环带分布,控制了

铜钨多金属矿体的产出。围岩钙质含量、岩体接触界面形态和构造裂隙发育程度，是控制区内接触气—液交代变质作用强度的主要因素。

2.1 矿带(体)特征

目前,矿区共发现铜钨多金属矿带 3 条(编号 I、II、III),矿体赋存层位均为板溪群马底驿组第二段。其中 I、II 为本矿区主要的铜钨矿化带。共圈定工业矿体 11 个(其中主矿体 4 个,编号为 I-①、I-②、I-⑤、II-②)。控制矿体走向长度 128 ~ 1115 m,倾向斜深 98 ~ 457 m。矿体平均厚度 0.86 ~ 7.61 m, 平均品位 WO₃:0.113% ~ 0.434%, 伴生 Cu: 0.03% ~ 1.19%、Ag:0.40 ~ 41.75 μ g/g、Ga:0.004 % ~ 0.008%。矿床规模(钨)已达到中型以上^[1]。

I 矿带是本矿区的主要矿化带,分布于猫儿界岩体东岩体和苗儿山岩体之间的外接触带。矿化带的形态、产状均受猫儿界岩体东岩体控制。平面上呈狭窄弧形展布,似层状产出,长 2600 m 左右,宽 24 ~ 121 m,产状 335° ~ 25°/30° ~ 70°。矿化带南东端受 F2 断层控制。矿带西段倾向北西,东段倾向北

东。岩性主要是接触气—液交代变质的矽卡岩。其中以深灰绿色—深灰色石榴石透辉石矽卡岩为主,其次为透辉石石榴石矽卡岩、石榴石透辉石矽卡岩等。岩石具强硅化、帘石化、金属硫化物矿化。微细裂隙发育,并被石英长石方解石充填。铜、钨矿物及金属硫化物常沿岩石微裂隙分布,矿化较强。该矿化带富含铜、钨、银、镓、锗、锡、铋等多种金属。其中猫儿界背斜倾伏端及南东翼长槽里一带矿化最好,北西翼矿化较弱。

II 矿带位于猫儿界岩体北面外接触带上。长 900 m,厚 1.82 ~ 8.05 m。产状 330° ~ 25°/21° ~ 41°。岩性主要为浅灰绿色的硅灰石透辉石矽卡岩、石榴石透辉石矽卡岩,岩石具硅化,可见金属硫化物矿化等。该矿化带富含铜、钨、铅、银等多种金属。

III 矿带为 F2 断层破碎带中的局部矿化段。矿化带长度约为 320m,宽 1 ~ 3m,走向北东 35° ~ 55°,倾向北西,倾角 40° ~ 50°。矿体赋存在断层硅化破碎蚀变带中,见石英脉穿插发育。以黄铁矿化、铜矿化、白钨矿化为主。

表1 矿带有益组分元素特征含量表
Tab. 1 Contents Table for Associated Elements in the Ore Belts

分析元素	Cu	WO ₃	Ag (10 ⁻⁶)	Ga	Au (10 ⁻⁶)	Ge	Sn	Bi	Pb	Zn	Mo
分析品位(%)	0~2.63	0 ~ 3.80	0 ~ 146.35	0.002 ~ 0.020	0.01 ~ 0.06	0.00016 ~ 0.00192	0.01 ~ 0.08	0.00 ~ 0.03	0.00 ~ 5.80	0.01 ~ 0.20	0
分析数量(个)	580	580	208	12	12	12	12	12	31	12	12

注:1.测试单位:湖南省怀化岩土矿产测试所,国土资源部长沙矿产资源监督检测中心(2015).2.铜,其中 208 个样,分析品位大于 0.05%,占总数量 36%;钨,其中 224 个样,分析品位大于 0.064%,占总数量 39%;银,其中 182 个样,分析品位大于 1× 10⁻⁶,占总数量 88%。

矿带有益组分元素特征分析^[1],见表 1。
I-①矿体呈似层状产出,倾向 51 ~ 81°,倾角 45 ~ 75°。控制矿体长约 1115 m,斜深 123 ~ 457.6 m。矿体厚度 1.1 ~ 26.6 m, 品位 Cu:0.13% ~ 1.444%, WO₃:0.133% ~ 0.882%, Ag:1.50 ~ 11.80 μ g/g, Ga: 0.006% ~ 0.015%。为钨铜银镓多金属共伴生矿体^[1]。
I-②矿体为盲矿体,呈似层状产出,弧形延伸,倾向 20 ~ 50°, 倾角 40 ~ 75°。控制矿体长 212.09 m,斜深 102.37 ~ 123.23 m。矿体厚度 4.80 ~

10.96 m,品位 Cu: 0.013% ~ 0.41%, WO₃:0.190% ~ 0.510%, Ag:1.16 ~ 3.36 μ g/g, Ga:0.002% ~ 0.020%,为钨铜银镓多金属共伴生矿体^[1]。
I-⑤矿体为盲矿体,呈似层状产出,弧形延伸,倾向 45 ~ 80°,倾角 49 ~ 58°。控制矿体长 194 m,斜深 98.67 ~ 131.60 m。矿体厚度 2.16 ~ 3.30 m。品位 Cu: 0.06% ~ 0.33%, WO₃:0.221% ~ 0.693%, Ag:1.98 ~ 2.93 μ g/g, Ga:0.003% ~ 0.006%, 为钨铜银镓多金属共伴生矿体^[1]。
II-②矿体:呈似层状产出,矿体倾向 328 ~ 28°,

倾角 $21^{\circ} \sim 41^{\circ}$ 。控制矿体长约 627 m, 斜深 140.64 ~ 168.78 m, 矿体厚度 0.29 ~ 2.64 m, 品位 Cu:0.01% ~ 0.31%, WO_3 :0.175% ~ 0.650%, Ag:7.90 ~ 146.35 μ g/g, Pb:0.40% ~ 1.23%, 为钨铜银铅多金属共伴生矿体^[1]。

2.2 围岩蚀变特征

近矿围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、毒砂化、云英岩化、绿泥石化、绢云母化、叶腊石化等。

2.3 矿石的矿物成分

矿石金属矿物主要为黄铜矿、白钨矿、黄铁矿、银等,其次为斑铜矿、辉铜矿、毒砂、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿、辉铋矿等。次生氧化矿物有孔雀石、铜兰、褐铁矿等。白钨矿与黄铜矿呈粒状、斑块状形态沿岩石微裂隙分布,黄铁矿、银、方铅矿呈浸染状分布。

非金属矿物以透辉石、石英、石榴石、长石为主,其次为方解石、绿帘石、符山石、绿泥石等,绝大部分为热液蚀变矿物。

铜矿物主要呈不规则粒状集合体或星散状嵌布在脉石中,部分粒度极为细小,与脉石矿物的嵌布关系十分复杂。

白钨矿粒度不均匀,但大多以星散状的形式出现,与黄铜矿、黄铁矿等金属硫化物的嵌连关系密切。

2.4 矿石的化学成分

矿石成矿元素以铜、钨、铁及硫为主,形成单一矿石或复合矿石,并往往伴生有银、镓、铅、锌、铋、钴、镍等多种元素。造岩元素主要有硅、钙、铝、钛等。矿石的特点是富含铜、钨,高砷。

2.5 矿石类型

按矿石中主要金属矿物的共生组合关系,矿石自然类型主要分为铜钨银矿石、铜钨银镓矿石、铜钨矿石三种。其中以铜钨银矿石为主,次为铜钨银镓矿石、铜钨矿石。矿石工业类型主要分为:钨伴生铜银镓透辉石矽卡岩矿石、钨伴生铜银透辉石矽卡岩矿石。

3 控矿因素

3.1 地层、岩性

矿体严格受板溪群马底驿组第二段控制,岩性为厚层状灰岩、含钙锰质板岩、含钙泥质粉砂岩等,经过接触热变质作用、交代作用形成的一套矽卡岩带^[6](石榴石透辉石矽卡岩、硅灰石透辉石矽卡岩、绿帘石石榴石矽卡岩、黝帘石矽卡岩、含锰矽卡岩

等)。为该矿区铜钨多金属矿主要赋矿层位和赋矿岩性。

由于这些矽卡岩原岩为厚层状灰岩、钙锰质板岩、含钙泥质粉砂岩等,化学性质活泼,容易分解,物理性质较脆,特别是硅化后更容易破裂,渗透性更强,有利于含矿溶液运移、沉淀形成矽卡岩矿床^[4]。

3.2 构造作用

矿体主要分布于猫儿界背斜两翼及北东倾伏端。其两翼及北东倾伏端发育的次级裂隙及层间破碎带为矿区主要导矿、容矿构造,为岩浆热液运移和富集成矿提供了十分有利的成矿空间。当含矿的热液物质沿构造裂隙及破碎带运移到有利部位时沉积富集,形成矽卡岩型铜钨多金属矿^[4]。

当在岩体向围岩凹起部位,而围岩中存在的小型次级褶皱及断裂时,更容易形成厚大而富的矿体。

3.3 岩浆热液活动

矿区内岩浆岩主要为雪峰期的猫儿界花岗斑岩体,铜钨矿体主要分布于猫儿界花岗斑岩的外接触带,矿床空间分布受岩体接触带控制明显^[5]。且岩体富含铜、钨等多种成矿微量元素。岩体中见有捕虏体,节理裂隙及小断裂较为发育,局部地段见弱矿化。岩体与周围铜、钨、铅锌等矿产成矿关系十分密切。也可以认为猫儿界花岗斑岩为该矿床的成矿母岩^[2]。

矿区南部的加里东期苗儿山复式岩体,岩性主要为黑云母二长花岗岩。岩体外蚀变类型有角岩化、矽卡岩化、硅化等,并伴有铜、钨、铅锌矿化,岩体周围分布多处铜、钨、铅锌矿床(点)。

因此,猫儿界岩体、苗儿山岩体为威溪铜钨多金属矿,提供成矿的大量热水、热液和丰富的成矿物源来源^[2-3]。当岩浆热液在侵入过程中,由于温度、压力、深度等物理、化学条件改变,携带的成矿物质与围岩中的钙离子结合形成白钨矿、黄铜矿等金属矿物沉淀^[8],并经过多期次的充填、交代、叠加而形成铜钨多金属矿床^[9]。

3.4 围岩蚀变

威溪铜钨多金属矿赋存在以接触气—液交代变质作用形成的矽卡岩外接触带,近矿围岩主要为板溪群马底驿组第二段。围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、毒砂化、云英岩化、绿泥石化、绢云母化等。其中云英岩化与钨铜多金属矿化关系最为密切。即

云英岩化蚀变越强烈,对铜钨矿化越有利,两者呈正相关^[6]。

4 边深部找矿方向

矿区位于华南裂陷槽西侧之湘中湘南加里东印支褶皱带的南西段,地层主要为板溪群马底驿组,岩性主要为厚层状灰岩、含锰钙质板岩、含钙泥质粉砂岩夹粉砂质板岩,岩浆热液活动频繁,褶皱、断裂构造发育,化探异常明显,成矿条件十分有利。经综合分析地质及化探资料,认为威溪矿区岩体边缘由蚀变形成矽卡岩中深部是寻找该层控矽卡岩型铜钨多金属隐伏矿体的十分有利场所。

(1)在背斜南东翼,根据现在地质资料及矿山开采情况分析,在 630 m 标高以下的中深部,对已知矿体的延伸控制及隐伏矿体,具有极大的找矿潜力(见图 2)。

(2)矿床的成矿元素严格受岩体与构造的双重制约。即岩体向围岩凸起,而围岩中存在的小型次一级褶皱及断裂更加发育,更容易形成大而富的矿床。因此,在猫儿界背斜北东倾伏端,矿体厚度、品位有增大、变高的趋势,故仍有极大的找矿潜力。

(3)在背斜南西翼,根据现有地质资料分析,矽卡岩带中铜钨连续矿化段长数百米,厚几米至数十米。因此,中深部找矿,具有较好的找矿前景。

(4)F2 硅化断层破碎带,长数千米,宽度一般为 1~5 m,最大宽度达 40 m 以上,根据采矿坑道揭露证实,为局部含铜钨矿的导矿、容矿构造,具有较好找矿前景。

(5)上世纪 70~90 年代,在矿区外围的西部老鼠岩一带,曾有地勘单位、当地村民发现黑钨矿(Ⅳ矿带),民采已达数十年之久,应该有较好的找矿前景。

(6)在矿区外围的北部,长佃村一带,灰绿色砂质板岩、长石石英砂岩中已发现一条铜矿化带(V

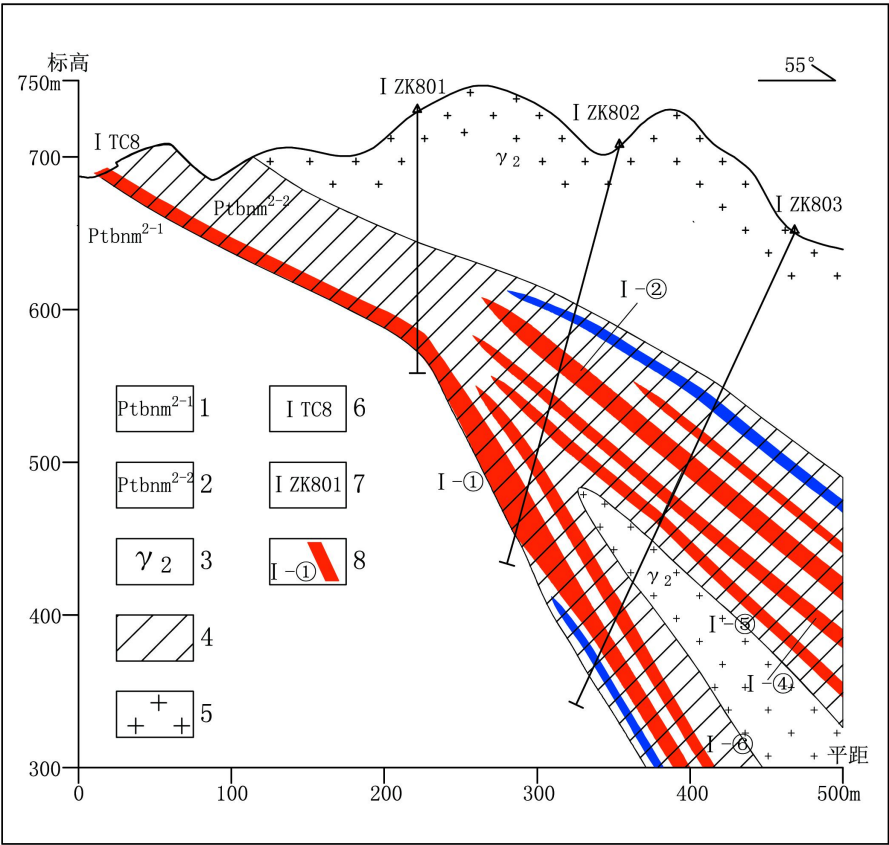


图2 威溪铜钨多金属矿 I 矿带8勘探线剖面图

Fig. 2 Profile of Exploration Line 8 for Belt I in Weixi W-Cu Polymetallic Deposit

1-板溪群马底驿组第二段下部;2-板溪群马底驿组第二段上部;3-雪峰期;4-矽卡岩;5-花岗斑岩;6-探槽及编号;7-钻孔及编号;8-矿体及编号。

矿带),可以进一步开展地质工作。

5 结论

城步县威溪铜钨多金属矿床位于华南裂陷槽西侧之三级构造单元湘中湘南加里东印支褶皱带的南西段,加里东期苗儿山岩体(斑状黑云母花岗岩)北东突出端“舌”型突出部位与雪峰期猫儿界岩体(花岗斑岩)之间、猫儿界背斜北东倾伏端,从地层、岩性、岩浆岩、围岩蚀变及构造等分析,成矿条件均极好。在该矿区猫儿界背斜的南东翼及北东转折端一带的矽卡岩带,中深部具有大型铜钨多金属矿的找矿前景。在背斜北西翼、F2 断层破碎带及外围(矿区西部老鼠岩一带),有较好的找矿前景。

参考文献:

- [1] 湖南省城步县威溪矿区边深部铜钨多金属矿普查报告 [R].湖南怀化:湖南省地勘局407队,2016.
- [2] 周厚祥. 湖南猫儿界雪峰期花岗斑岩的发现及其地质意义[J]. 国土资源导刊,2006,(3):74-79
- [3] 倪艳军,陈必河,陈文武,贺春平.湖南苗儿山白钨矿床的发现及其找矿意义[J]. 华南地质与矿产,2009,(3):37-42.
- [4] 胡可军,董富权,黄荣才.湖南界牌矽卡型铜钨矿地质特征及控矿条件[J]. 矿产与地质,2011,(6):189-192.
- [5] 欧阳玉飞,黄满湘,郑平.湖南川口杨林坳钨矿床控矿因素与成矿规律研究[J]. 矿产与地质,2008,(4):285-288.
- [6] 朱永红. 梵净山标水岩锡钨矿床地质特征及控矿因素[J]. 地质与勘探,2010,(2):244-251.
- [7] 高中贵. 湖南南岳九龙泉钨矿地质特征及找矿前景分析 [J]. 中国钨业,2009,(6):1-4.
- [8] 张哨波,岳国利,崔霄峰,高明,王福全.西藏阿浪扎玛铜钨矿床地质特征及控矿因素 [J]. 华南地质与矿产,2010,26(1):36-39.
- [9] 雷泽恒,许以明,胡志科.湖南省临武县鸡脚山矿区钨多金属矿找矿前景分析 [J]. 华南地质与矿产,2008,24(4):36-42.