

江西省大湖塘石门寺矿区超大型 钨矿的发现及找矿意义*

项新葵,刘显沐,詹国年

(江西省地质矿产勘查开发局九一六大队,江西九江 332100)

摘要:江西省武宁县大湖塘石门寺超大型钨矿的成功勘查是我国地质找矿工作的重大发现。矿化类型划分为细脉浸染型、隐爆角砾岩型和石英大脉型。前者占总储量的74%,该类型以晋宁晚期黑云母花岗岩闪长岩为容矿围岩,以燕山中期酸性深成至浅成花岗岩为成矿母岩。矿体厚大且产状平缓,大致平行于黑云母花岗岩闪长岩与似斑状黑云母花岗岩株顶部的接触面分布,以外接触带为主(I1矿体),水平投影面积1.50 km²,单工程最大厚度389.33 m,平均厚度143.67 m,平均品位0.193%,厚度变化系数63.7%,品位变化系数115.8%。工业矿物主要为白钨矿、黑钨矿、黄铜矿、辉钼矿。矿石组构类型主要有结晶结构、交代结构、细脉状构造、浸染状构造,常见近矿围岩蚀变为黑鳞云母化、云英岩化、绿泥石化,成因类型属岩浆期后高中温热液矿床,工业类型可划归为细脉浸染型白钨矿。石门寺矿区以黑云母花岗岩闪长岩为容矿围岩的细脉浸染状白钨矿的发现,改变了以往只专注评价石英大脉型黑钨矿的找矿思路,为矿区及九岭矿集区实现钨多金属找矿突破指明了新的方向。

关键词:黑云母花岗岩闪长岩;细脉浸染状构造;白钨矿;矿床地质特征;找矿意义;赣北

中图分类号:P618.67

文献标识码:A

石门寺矿区位于下扬子成矿省江南地块中生代铜钨金银铅锌成矿带中^[1],大地构造位置为扬子板块东南缘江南地块中段^[2,3]。在上世纪七十年代末针对矿区地表石英大脉型黑钨矿进行过普查。从2010年初开始,江西省地质矿产勘查开发局九一六大队承担了石门寺矿区钨矿勘查项目,至2011年10月底完成钻孔234个9393 m、槽探70条14018 m³、坑探11条3836 m、1/2000地质测量2.20 km²、分析样品76220件,累计完成货币工作量1亿多元。基本控制了区内钨(铜、钼)矿体的形态、产状、规模及空间分布,共圈定细脉浸染型钨(铜、钼)矿体244个。2012年1月1日,中国矿业联合会储量评审中心对勘查成果组织了评审,2012年5月9日报送的矿产资源储量评审材料通过了国土资源部的备案。基本查明为超大型(世界级)钨、共(伴)生中型铜、钼矿床,在短时间内实现了赣北地区钨多金属矿床找矿的重大突破。勘查工作中,于晋宁晚期黑云母花岗岩闪长岩中新发现以细脉浸染型白钨为主的厚大的似层状矿体

(I1矿体),为石门寺矿区最主要的矿体,钨矿资源储量占全区WO₃的74%^[4-6]。

1 成矿地质条件

1.1 概述

石门寺矿区所在的九岭矿集区北北东长约20 km、南东东宽约10 km,分布着钨多金属矿床及矿点15处,除石门寺矿区外,达到大中型矿床规模的矿区还有大湖塘狮尾洞、昆山、大岭上等,形成了一个以钨为主、共生或伴生铜、钼、锡、银、铍、铌、钽等有色、稀有和贵金属的矿集区(图1)。

九岭矿集区地层出露很少,主要是中新元古代双桥山群浅变质岩系。

该矿集区岩浆活动强烈,大致可分两个系列,即晋宁晚期黑云母花岗岩闪长岩系列和燕山中期花岗岩系列^[7]。前者为主要的容矿围岩,后者为成矿母岩。

该矿集区内褶皱构造为九岭复背斜次级靖林街-操兵场背斜的东延部分,轴向呈北东东向,出露长

* 收稿日期:2012-07-04

第一作者简介:项新葵(1963~),男,江西彭泽人,地矿高级工程师,长期从事固体矿产勘查、区域地质调查、科研及成矿预测工作。

10余千米至狮尾洞被九岭岩基所冲断,断裂以北东-北北东向断裂最发育。该组断裂与北东东向断裂复

合控制着区内燕山期成矿岩体和矿床(点)的分布,是区内重要的控岩控矿构造(图1)。

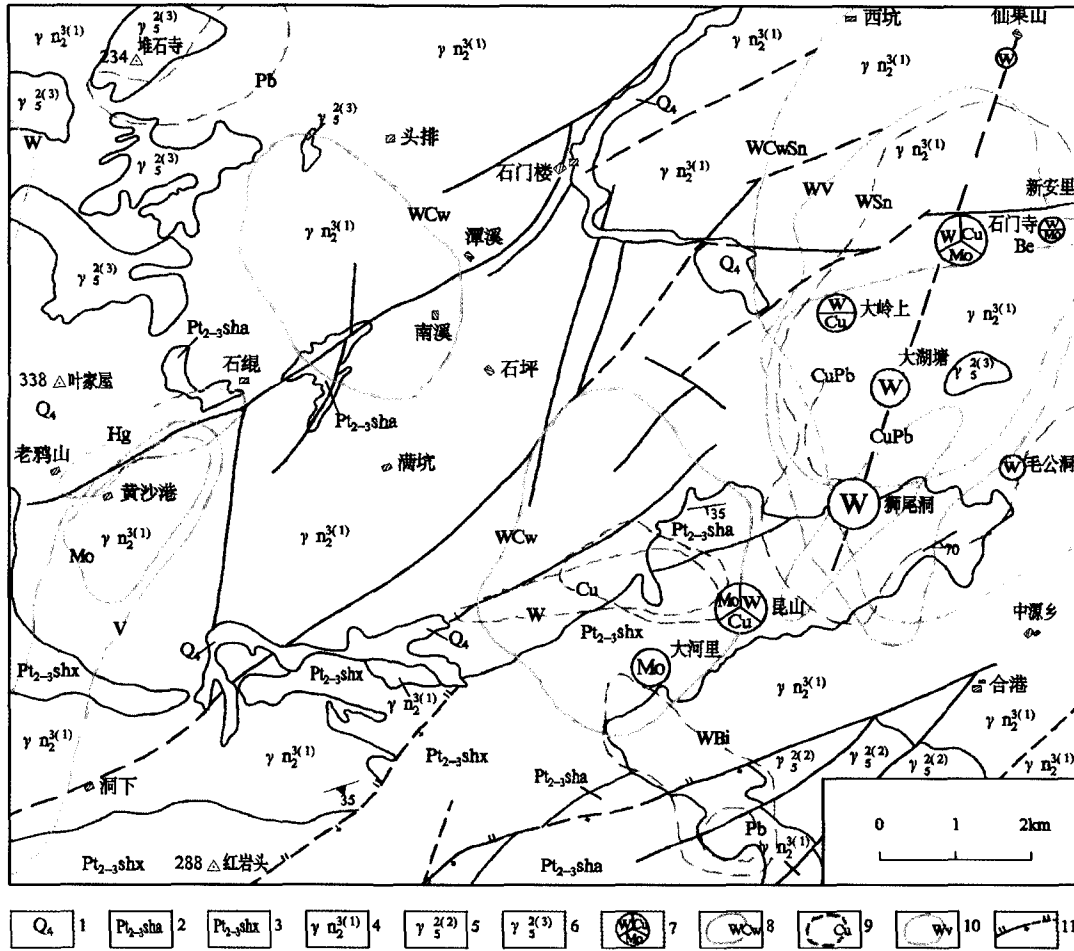


图1 赣北九岭钨多金属矿集区区域地质矿产略图

Fig. 1 Regional geological and mineral resources sketch map of Jiuling tungsten polymetallic ore concentrating area, north Jiangxi

- 1-第四系;2-中一新元古代双桥山群安乐林组;3-中一新元古代双桥山群修水组;4-晋宁晚期黑云母花岗闪长岩;
- 5-燕山中期花岗岩;6-燕山晚期花岗岩;7-矿床及矿点;8-重砂扩散晕;9-土壤测量分散晕;10-岩石测量原生晕;11-断层

1.2 地层

矿集区地层除第四系松散堆积物之外,就是中新元古代双桥山系浅变质岩系。岩性以灰绿色杂砂岩与板岩互层为主,夹少许复成分变砾岩。产状呈晋宁期黑云母花岗闪长岩基的顶盖残留体,少量为其深源捕虏体。

1.3 岩浆岩

1.3.1 晋宁晚期黑云母花岗闪长岩系列

(1)岩体规模、形态、产状和形成时代 晋宁晚期黑云母花岗闪长岩呈大岩基状,在九岭矿集区出露面积达2300 km²,大致呈东西向展布^[8-10]。在石门寺矿区除去几个后期侵入的燕山中晚期花岗岩小岩株外,几乎全为该岩基所占据。岩体中含有众多灰黑

色的深源捕虏体,一般呈圆形或椭圆形,少数为不规则状,大小几厘米到几十厘米,分布零乱,常见者成份为细粒二云斜长花岗岩,偶见深灰色具细粒变晶结构和片麻理已揉褶的片麻岩捕虏体。在矿区北部的路堑上尚见有数处1×4~0.5×1.5 m、已角岩化、具斑点状构造的中新元古代薄层浅变质岩系组成的浅源捕虏体。在罗溪附近见其侵入于中新元古代变质岩系中,并被南华纪地层沉积不整合覆盖。石门寺黑云母花岗闪长岩的锆石LA-ICP-MS法测年为813 Ma,其形成年代为晋宁晚期。

(2)岩石学特征 矿区晋宁晚期黑云母花岗闪长岩为灰色,粗粒花岗结构,斑杂状构造。主要由斜长石、石英、黑云母组成,石英20%、斜长石65%、黑云母15%。黑云母棕黑色,呈假六方柱片状集合体,

自形程度好。斜长石为半自形板状、厚板状晶体,具卡钠复合双晶,主要是中性长石,一般具环带构造,中心为中长石,边缘为更长石。

(3)地球化学特征 矿区晋宁晚期黑云母花岗岩闪长岩岩石化学特征是 CaO(1.61%~1.94%)、FeO + Fe₂O₃(5.12%~5.33%)、MgO(1.49%~1.62%)、TiO₂(0.71%~0.72%) 较高而 SiO₂(67.84%~68.77%)、K₂O + Na₂O(5.8%~6.57%) 较低。根据 ZK1607、ZK10418、ZK12010 三个钻孔所采样品的岩石化学成份,计算相关参数投影到 QAP 和 TAS 分类图(图2、图3),均位于花岗闪长岩范围内。三个样品的 A/CNK 值均大于 1.2,平均 1.25(图4),显示出铝强过饱和的特点,与岩基中出现富铝矿物堇青石相吻合。三个样品均表现为亏损重稀土元素,轻、重稀土元素的分馏程度中等((La/Yb)_N 值介于 8.05~17.71 之间,平均 12.77),中等程度的负 Eu 异常(Eu/Eu* 介于 0.52~0.66 之间),稀土元素球粒陨石标准化曲线呈较平滑的右倾型(图6)。在不相容元素原始地幔标准化蛛网图上,三个样品表现为富集 Th、U(但 U 明显较矿区燕山中期花岗岩低),亏损高场强元素 Nb 和 Ta(相对于 La),尤以强烈亏损 Sr 为特征,同时还亏损 Ba(图7)。在常量元素综合指数 R1-R2 构造环境判别图中三个样品分析点都落在同碰撞花岗岩区,在微量元素 Yb-Ta 构造环境判别图上都落在火山弧花岗岩范围内,属于新元古代在不成熟陆壳基础上发育而成的火山弧同碰撞过程中形成的 S 型花岗岩。

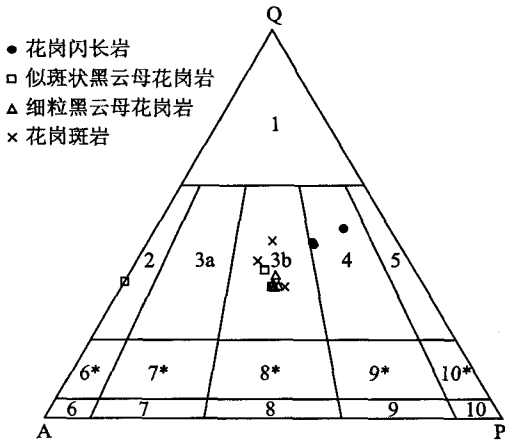


图2 石门寺矿区花岗岩类 QAP 投影图

Fig. 2 QAP diagram of granitoid in Shimensi mining area

1-富石英花岗岩;2-碱长花岗岩;3a-正长花岗岩;3b-二长花岗岩;4-花岗闪长岩;5-英云闪长岩;6*-石英碱长正长岩;7*-石英正长岩;8*-石英二长岩;9*-石英二长闪长岩;10*-石英闪长岩;6-碱长正长岩;7-正长岩;8-二长岩;9-二长闪长岩;10-闪长岩

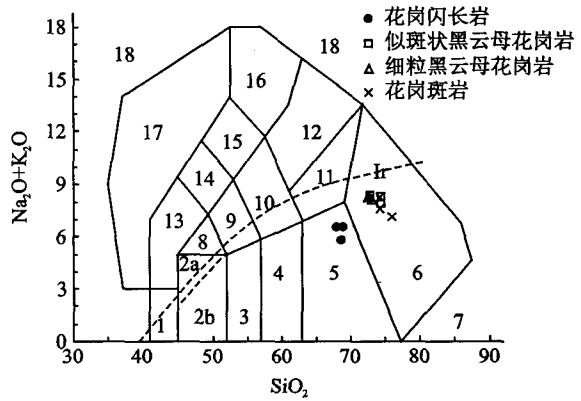


图3 石门寺矿区花岗岩类 SiO₂-(K₂O+Na₂O)图解

Fig. 3 SiO₂-(K₂O+Na₂O) diagram of granitoid in Shimensi mining area

1-橄辉岩;2a-碱性辉岩;2b-亚碱性辉岩;3-辉长闪长岩;4-闪长岩;5-花岗闪长岩;6-花岗岩;7-石英岩;8-二长辉岩;9-二长闪长岩;10-二长岩;11-石英二长岩;12-正长岩;13-副长石辉岩;14-副长石二长闪长岩;15-副长石二长正长岩;16-副长正长岩;17-副长深成岩;18-霓方钠岩;Ir. Irvine 分界线,上方为碱性,下方为亚碱性

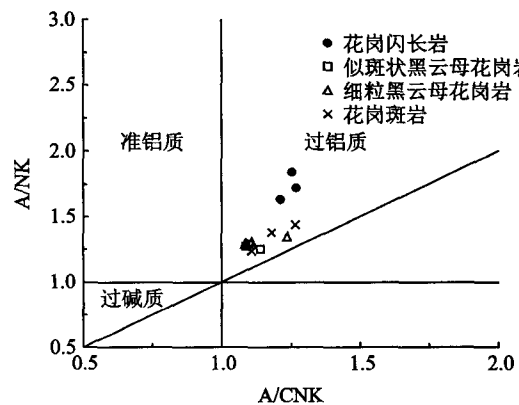


图4 石门寺矿区花岗岩类岩石序列划分图

Fig. 4 Rock sequence division of granitoid in Shimensi mining area

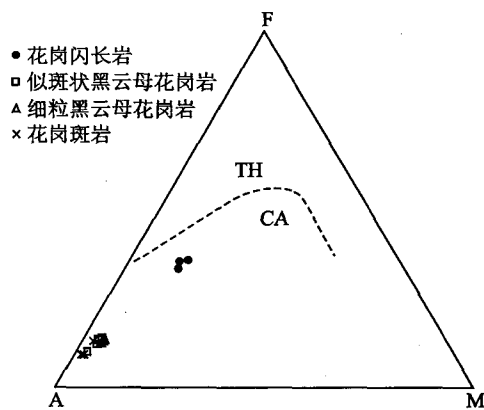


图5 石门寺矿区花岗岩类 AFM 图

Fig. 5 AFM diagram of granitoid in Shimensi mining area

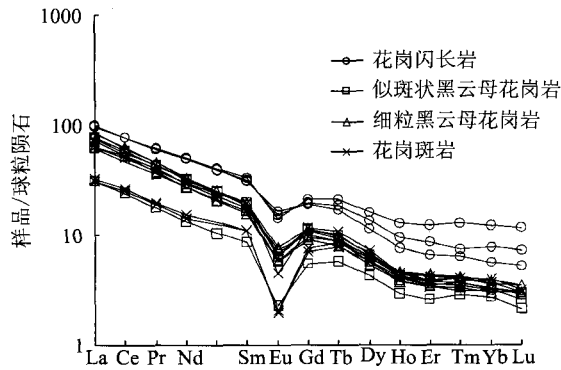


图6 石门寺矿区花岗岩类稀土元素配分曲线图

Fig. 6 Chondrite-normalized REE patterns of granitoid in Shimensi mining area

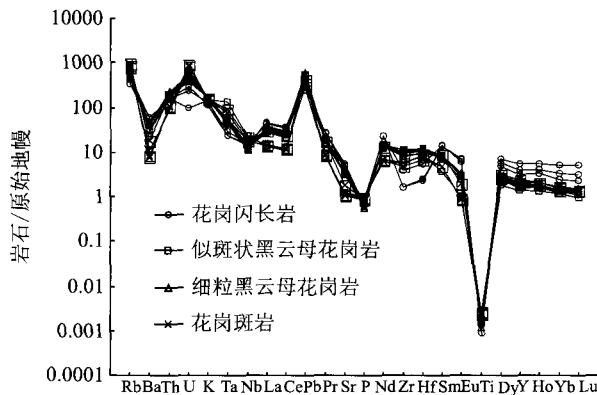


图7 石门寺矿区花岗岩类微量元素原始地幔标准化蛛网图

Fig. 7 Primitive mantle-normalized trace element spidergrams of granitoid in Shimensi mining area

(4) 化学成分对成矿的控制作用 矿区晋宁晚期黑云母花岗闪长岩由于钙质成份较高,在云英岩化及钠长石化过程中,包含在斜长石中的 Ca^{2+} 被释放出来^[11],与来自燕山中期花岗岩成矿流体中的 WO_4^{2-} 结合,形成细脉-微脉浸染状白钨矿,在燕山期似斑状黑云母花岗岩体外接触带的晋宁晚期花岗闪长岩中形成了厚大的似层状细脉浸染型矿体。主要矿(化)体东西长大于1400m、南北宽大于800m,单工程钨矿体累计厚度18.96~489.54m, WO_3 0.192%~0.279%。矿石中白钨矿特别发育,接近黑钨矿的含量,高出其它矿石类型一倍左右。

1.3.2 燕山中期花岗岩系列

石门寺矿区燕山中期侵入的岩浆岩有灰白色似斑状黑云母花岗岩($b\gamma_5^{2(2)a}$)、灰色细粒黑云母花岗岩($b\gamma_5^{2(2)b}$)、浅灰色(含水时略带肉红色)花岗斑岩($\gamma\pi_5^{2(2)b}$)。不同序次侵入的花岗岩,形态各异,侵入接触关系清楚,结构、构造变化有序,矿物成份、化学

成份差别不大,显示出同源演化的特征。

(1) 岩体规模、形态和分布 似斑状黑云母花岗岩地表见于矿区中部,分布于12线~16线、8纵线-7纵线之间1100m±标高之下的山谷中,往四周见于绝大部分钻孔1100m标高之下和PD1、PD2、PD3、PD402、PD802、PD801坑道中,顶部面积超过1.7km²,为一半隐伏岩体。地表露头和勘查工程资料显示岩体的形态较规则,为一规模较大、顶部较平缓的岩株(图8a)。消除 F_{20} 断裂成矿后对该岩株顶部形态的影响,结合不同方向的勘查剖面资料,岩株顶部的最高点平面上大致位于ZK0400孔附近,控制了热液隐爆角砾岩型矿体的分布。矿区东北部云英岩型钨铜矿体也分布于该岩株的顶部。

细粒黑云母花岗岩在矿区东南部成片出露地表,出露面积0.16km²,以小岩株产出;PD2等坑道及ZK0000等众多钻孔,都揭示出小岩株在深部向北西延展至矿区中部。整个细粒黑云母花岗岩株的顶部形态极其复杂,呈陡峻的多峰状起伏,常分枝呈脉状插入晋宁晚期黑云母花岗闪长岩及似斑状黑云母花岗岩中,经4线、20线、24线众多钻孔揭示,接触界面陡立。

花岗斑岩零星见于矿区中部和西南部的地表及PD1、PD2等坑道内,但8线-116线、0纵线-14纵线之间的大部分钻孔中均见多段花岗斑岩,其中,ZK11608孔花岗斑岩累计长度246m、孔底单段长204m(尚未揭穿)。地表露头及单个勘查工程中所见花岗斑岩形态极不规则,常呈脉状膨大缩小、分枝复合,厚的几十至200余米,薄的仅几厘米,倾向不定,倾角陡缓不一。但总体上花岗斑岩为走向北西、倾向北东与走向北东、倾向北西的两组脉群,倾角均较陡,受成矿期北西向和北东向两扭性断裂限制,等厚线图(图8b)中最明显的ZK0410-ZK10430-ZK10806一带北西走向的脉群就与 F_7 、 F_8 断裂的分布位置高度吻合。

(2) 接触关系和侵入时代 矿区似斑状黑云母花岗岩株侵入于黑云母花岗闪长岩基中,岩株的边缘粒度明显变细,在内接触带形成厚度不大的边缘相。在PD2、PD3坑道及竹窝里、高岭等地表和矿区四周绝大多数从黑云母花岗闪长岩开孔穿至似斑状黑云母花岗岩的钻孔中,均见两者之间截然清楚的侵入接触界面,且在内接触带发育厚0.5~1.5m的似伟晶岩壳。似伟晶岩壳主要由巨晶钠长石在似斑状黑云母花岗岩株边缘的收缩裂隙中充填、交代而形成,为矿区岩浆岩中一个清楚而稳定的标志层。巨晶钠长石自形程度高,长轴总体平行排列,一般垂直

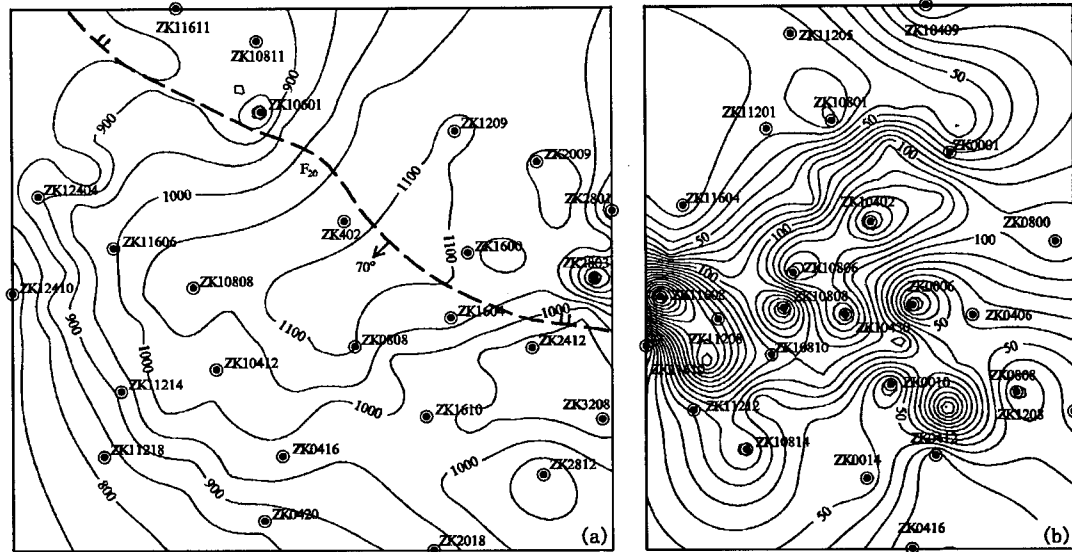


图8 石门寺矿区似斑状黑云母花岗岩岩株顶面等高线图(a)、花岗岩等厚线图(b)

Fig. 8 Contour map of the top surface of porphyreous biotite granite stock(a) and isopach map of granite-porphphy(b)

接触界面生长,形成梳状构造。部分地段似伟晶岩壳过渡为主要由钠长石和石英组成、具细晶结构或文象结构的白色长英岩。在PD1601、ZK0802等勘查工程中偶见似斑状黑云母花岗岩岩枝直接插入黑云母花岗闪长岩中,未见似伟晶岩壳、岩枝或黑云母花岗闪长岩常蚀变为白色细粒长英岩脉;长英岩脉中还见有矿区硅酸盐阶段与钾长石共生的绿色萤石和黑云母花岗闪长岩蚀变残余的浅紫色石英,以及糜棱岩蚀变残余的定向排列的黑云母集合体。

矿区东南部地表见细粒黑云母花岗岩侵入于黑云母花岗闪长岩中。ZK2803和ZK1600等众多钻孔均揭示出细粒黑云母花岗岩在1000 m±标高穿过似斑状黑云母花岗岩与黑云母花岗闪长岩之间的似伟晶岩壳而侵入于这两种岩石中。矿区中部,PD1、PD2、PD3、PD801坑道内及ZK0400、ZK0000、ZK10800、ZK10400等钻孔内均见细粒黑云母花岗岩呈脉动关系侵入于似斑状黑云母花岗岩之中,接触界面清楚截然,先后关系明确无误;在ZK0003、ZK0403、ZK0406等钻孔附近的地表,也见零星出露的小片细粒黑云母花岗岩侵入于似斑状黑云母花岗岩及热液隐爆角砾岩之中。

矿区西南部ZK11206附近等地地表见花岗斑岩脉侵入于黑云母花岗闪长岩中;矿区中部地表及PD1、PD2坑道中也见零星的花岗斑岩脉或岩枝侵入于似斑状黑云母花岗岩中;矿区中部和西南部的大部分钻孔中均见花岗斑岩穿切于矿区其它三种侵入岩中,接触界面清楚截然,但极不规则。

据石门寺钨多金属矿床成矿模式研究项目的测

年资料,似斑状黑云母花岗岩的锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄为 138 Ma,花岗斑岩的锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄为 135 Ma,均属燕山中期。从石门寺矿段同一标高燕山期岩浆岩的结构变化可以看出,从具似斑状结构、斑晶为粗粒、基质为中细粒的似斑状黑云母花岗岩→细粒花岗结构的黑云母花岗岩→具斑状结构、斑晶为中细粒、基质为隐晶质的花岗斑岩,粒度有规律地逐级变细,说明它们形成时深度依次变小、侵入时间依次变晚。根据细粒黑云母花岗岩与似斑状黑云母花岗闪长岩及花岗斑岩之间的侵入接触关系,也可判断矿段细粒黑云母花岗岩的侵入时代为燕山中期。

(3)岩石化学特征 根据矿区不同勘查工程中所采燕山中期似斑状黑云母花岗岩、细粒黑云母花岗岩和花岗斑岩的岩石化学成份,计算相关参数投影到 QAP 图中(图 2),除 PD2G-3 外,其余样品均位于二长花岗岩区内。3 个岩石单元岩石化学特征非常接近,而与晋宁晚期黑云母花岗闪长岩区别明显,特征是富硅(72.52%~75.87%,平均 73.59%)而贫铁(0.98%~1.64%,平均 1.40%)、镁(0.16%~0.51%,平均 0.36%)、钙(0.54%~1.13%,平均 0.88%)、钛(0.098%~0.24%,平均 0.19%)。矿区花岗岩酸度偏高, s 值 79.7%~82.7%、平均 81.15%,为 SiO₂ 强烈过饱和岩石;碱质含量高, K₂O + Na₂O(7.13%~8.37%,平均 8.08%), Na₂O/K₂O 比值低(0.56~0.86,平均 0.70)。利用硅碱图对矿区花岗岩的岩石类型进行初步判别,所有样品数据投影点均位于花岗岩和亚碱性系列范围内(图 3)。从矿

区花岗岩的分析结果可以看出,全部样品的 $Al_2O_3 > (K_2O + Na_2O + CaO)$, 属于铝过饱和型(图4)。在AFM图中,矿区所有花岗岩均投影在钙碱性区域(图5)。计算的 σ 值的变化范围为1.55~2.35,均大于1,平均2.14,同样说明矿区花岗岩属于钙碱性岩石。

(4)微量元素特征 石门寺矿区燕山中期含矿花岗岩稀土元素含量不高, ΣREE 为 $45.19 \times 10^{-6} \sim 114.63 \times 10^{-6}$,其中似斑状黑云母花岗岩平均 86.43×10^{-6} ,细粒黑云母花岗岩平均 105.51×10^{-6} ,花岗斑岩平均 65.71×10^{-6} 。轻稀土富集,轻、重稀土元素分馏程度较强, $(La/Yb)_N$ 值为8.79~24.16,其中似斑状黑云母花岗岩平均19.51,细粒黑云母花岗岩平均21.23,花岗斑岩平均11.52。球粒陨石标准化曲线呈清楚的右倾型(图6),铕负异常明显, Eu/Eu^* 为0.21~0.53,其中似斑状黑云母花岗岩平均0.41,细粒黑云母花岗岩平均0.50,花岗斑岩平均0.24。矿区燕山中期含矿花岗岩稀土元素配分模式相似,其球粒陨石标准化曲线互相平行,紧密排列,说明它们起源相同。岩石的Eu强负异常,说明岩石形成过程中发生了强烈的结晶分异作用。

矿区似斑状黑云母花岗岩、细粒黑云母花岗岩和花岗斑岩的微量元素配分模式也基本一致,与晋宁晚期黑云母花岗闪长岩相比总体呈稍陡的右倾型(图7),大离子亲石元素Rb、Th、U、La、Ce、Pb等明显富集,Ba、Sr、Ti、P等元素则明显亏损,形成Sr、Ti、P谷,高场强元素Nb和Ta相对于La弱亏损和不亏损。微量元素配分曲线趋势一致,暗示了它们具有相同的起源,而不同岩石之间一些元素具有不同的富集或亏损程度,表明不同岩石在岩浆演化过程中存在着一定的差异。

1.4 构造

石门寺矿区基岩全为岩浆岩,构造表现形式主要有三种:韧性剪切带、断裂和节理。

1.4.1 韧性剪切带

在石门寺矿区晋宁晚期黑云母花岗闪长岩中,发育一组走向北东、倾向南南东、倾角中等的韧性剪切带,见于矿区北缘石门寺、中岭南部、ZK0414孔及ZK2803孔附近等地。其中,石门寺韧性剪切带规模最大,燕山期演化为硅化破碎带,成为矿区的控矿断裂,其与北北东向仙果山-大湖塘-狮尾洞基底断裂的交叉部位成为含矿岩体侵位的通道,控制着矿床的分布(图1)。新安里钨矿也分布于此硅化带南侧(上盘)附近。

石门寺韧性剪切带地表出露宽度100余米,向东延伸到靖安县新安里钨矿,向西延伸到田埠里、宋家坪一带,长达25 km以上;ZK11611等钻孔揭示其向南插入矿区深部,产状、厚度和组成与地表一一对

应。韧性剪切带分带现象明显,从两侧往中心,由糜棱岩化黑云母花岗闪长岩→糜棱岩→千枚糜棱岩→糜棱片岩组成。糜棱岩由棕黑色鳞片状黑云母条带或条纹与灰白色亚颗粒化的长石、石英条带或条纹组成,原岩结构构造完全消失,S-C组构造发育,Sc剪切面理产状 $160^\circ \angle 45 \sim 55^\circ$ 。在横穿此韧性剪切带的路堑上,可见块状构造的黑云母花岗闪长岩在很短的距离内过渡为貌似层状的构造岩,中心部位的糜棱片岩由于绿泥石化呈稳定而细腻的深绿色,特征十分清楚。结合区域构造发展历史分析,石门寺韧性剪切带应形成于晋宁运动,属于新元古代九岭-障公山造山带(江南造山带赣北段)深部变形的产物。

韧性剪切带的底部迭加了燕山期的强烈硅化,形成厚20余米、产状与韧性剪切带一致的硅化带,主要由白色微细粒石英岩组成,局部仍残留韧性剪切带的组构,偶见细粒黑钨矿、辉钼矿和黄铜矿化,地貌上突起、在矿区北缘形成连续分布、近2000 m的山脊。ZK11611孔中见燕山期细粒黑云母花岗岩枝穿插于硅化带中,接触界面清楚截然;在石门寺地表见燕山期黑云母花岗斑岩脉侵入于硅化带中;而在矿区西北角众多的钻孔中未见此硅化带延伸到燕山期似斑状黑云母花岗岩体中。说明石门寺硅化带形成于燕山期似斑状黑云母花岗岩体侵入之后,细粒黑云母花岗岩和花岗斑岩之前,即形成于主成矿期。

成矿后,石门寺韧性剪切-硅化带仍有一定的活动,ZK11611孔钻进至该韧性剪切-硅化带时,涌水高出孔口0.49 m,流量 $197 \text{ m}^3/\text{d}$ 。最为显著的是,在燕山期构造应力场的作用下,继承了石门寺韧性剪切带的软弱性,紧靠其上盘底部形成了一条与其平行的逆冲断裂 F_{24} (图1)。在矿区西北部ZK0001-ZK11201-ZK12001一线以北0线至120线的所有钻孔均揭示了 F_{24} ,其错断了燕山期似斑状黑云母花岗岩与晋宁晚期黑云母花岗闪长岩之间的接触界面以及内外接触带中的矿体,各钻孔中断面上发育30~50 m不等的灰色隐晶质的低温硅化(玉髓化),伴随有叶腊石化和黄铁矿化,部份钻孔中还见有玉髓再次破碎形成的断层角砾岩。在进矿道路路堑上测得的 F_{24} 地表露头的产状,以及在揭穿该断裂的16个钻孔生成的断面等高线图上显示的 F_{24} 的产状,均与石门寺韧性剪切带产状基本一致。

1.4.2 断裂

(1)导矿断裂 石门寺矿区北西向断裂较发育(图1),产状陡立,倾角一般 $65^\circ \sim 85^\circ$,多数倾向南西,少数或局部倾向北东。

该组断裂主要形成于燕山期,为矿区重要的导矿构造。在ZK1604孔与ZK1606孔之间到ZK0804孔,长280 m、宽10~15 m的热液隐爆角砾岩体的一

个分枝,沿北西 300° 走向的断裂呈狭长的带状分布,该断裂从燕山中期似斑状黑云母花岗岩体顶部切穿接触界面,延伸到晋宁晚期黑云母花岗闪长岩中。在矿区中部,8线至0线之间热液隐爆角砾岩顺 F_{20} 贯入;8线至108线之间燕山中期细粒黑云母花岗岩和花岗斑岩清楚地受 F_{20} 限制,几乎全部分布于该断裂南东侧;整个矿区含矿石英大脉的展布愈靠近 F_{20} 愈发育,远离 F_{20} 则分布稀疏,部份大脉接近 F_{20} 时脉

幅变厚并突然截止,构成“人字型”样式。

(2)容矿断裂 细脉浸染型矿体的容矿构造主要为燕山期花岗岩与晋宁期黑云母花岗岩之间的接触界面及层面节理。

隐爆角砾岩型矿体的容矿构造是 F_{20} 断裂带上的局部扩容性断裂破碎带。

石英大脉型矿体主要填充于节理中,其产状见图9。

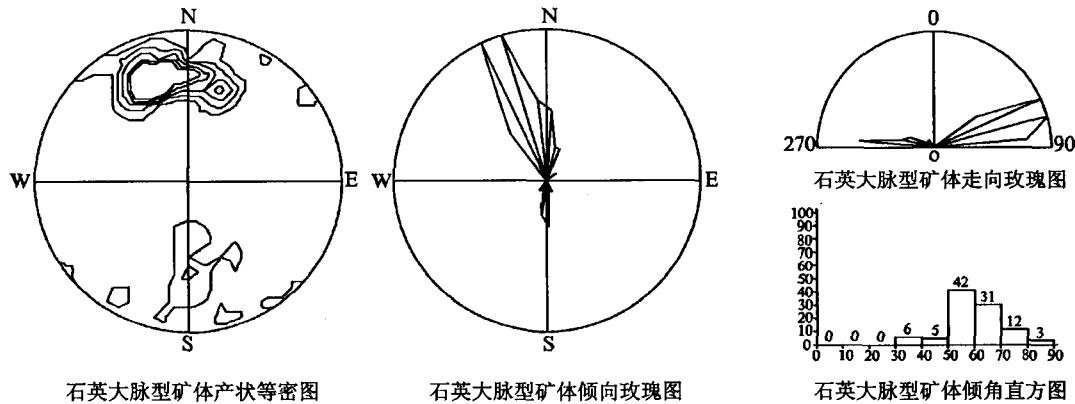


图9 石门寺矿区含矿石英大脉产状统计图

Fig. 9 Occurrence statistics of ore-bearing quartz thick vein in Shimensi mining area

1.4.3 节理

石门寺矿区成矿前及成矿期节理发育,常等距(8~10 m)、平行分布,部分地段密集成组成带出现,一般延长100~200 m,局部具尖灭侧现特点。节理面平直且延伸较稳定,力学性质以扭性为主。根据大量含矿石英细脉和薄脉产状的统计和观测资料,矿区节理优势产状大致可分为五组:① $335^\circ \angle 60^\circ$ 、② $355^\circ \angle 60^\circ$ 、③ $15^\circ \angle 55^\circ$ 、④ $195^\circ \angle 60^\circ$ 、⑤ $155^\circ \angle 50^\circ$,其中第①组与第⑤组、第③组与第④组在剖面上为共轭关系,以第①组和第②组节理最发育。第①组和第②组节理为改造和利用成矿前节理形成的,第③组、第④组和第⑤组节理为成矿期新产生的,主要由燕山期岩浆底辟上侵形成的局部应力场和区域构造应力场共同作用形成。成矿时,受岩浆底辟上侵产生的局部应力场的影响,节理转化为张性或张扭性;成矿流体沿多组节理、裂隙充填、交代,在燕山中期花岗岩体与晋宁晚期黑云母花岗闪长岩的内外接触带形成细(网)脉带型矿体或在外接触带中形成厚大的透镜状或似层状细脉浸染型矿体;含矿石英细脉及薄脉形态规则,产状稳定,脉幅变化小。

2 矿床地质特征

石门寺矿床的形成以燕山中期深成至浅成花岗

岩体为成矿母岩。矿床成因类型为岩浆期后中高温矿床。主要矿床的工业类型可划分为细脉浸染型、隐爆角砾岩型和石英大脉型,具有多次成矿和“一区三型”的特点^[12](图10)。

2.1 矿体特征

细脉浸染型矿体分布于石门寺矿区的主要地段(图10,图11)呈似层状产于燕山中期似斑状黑云母花岗岩株与晋宁晚期黑云母花岗闪长岩基的内、外接触带,产状总体平缓,与接触面的产状基本一致,并有随接触面产状一起变化的趋势。其中,外接触带见厚大的工业钨(铜)矿体,矿化连续性较好;内接触带矿体普遍较薄较贫,夹石多,矿化连续性较差。外接触带的黑云母花岗闪长岩型细脉浸染状白钨矿主矿体I1,走向最大延伸1800 m,倾向最大延深1200 m,水平投影面积为 1.50 km^2 。矿体出露标高为1439.75~654.96 m。总体产状平缓,倾角一般 $10^\circ \sim 30^\circ$ 。钨单工程最大厚度为389.33 m(ZK10418),平均厚度143.67 m;共生铜最大厚度为134.69 m(ZK11606),平均厚度7.46 m。钨平均品位0.193%,共生铜平均品位0.524%,共生钼0.099%。伴生银品位 2.713×10^{-6} 、伴生锡0.045%、伴生镓0.00168%、伴生铋0.031%。厚度变化系数63.7%,品位变化系数115.8%。

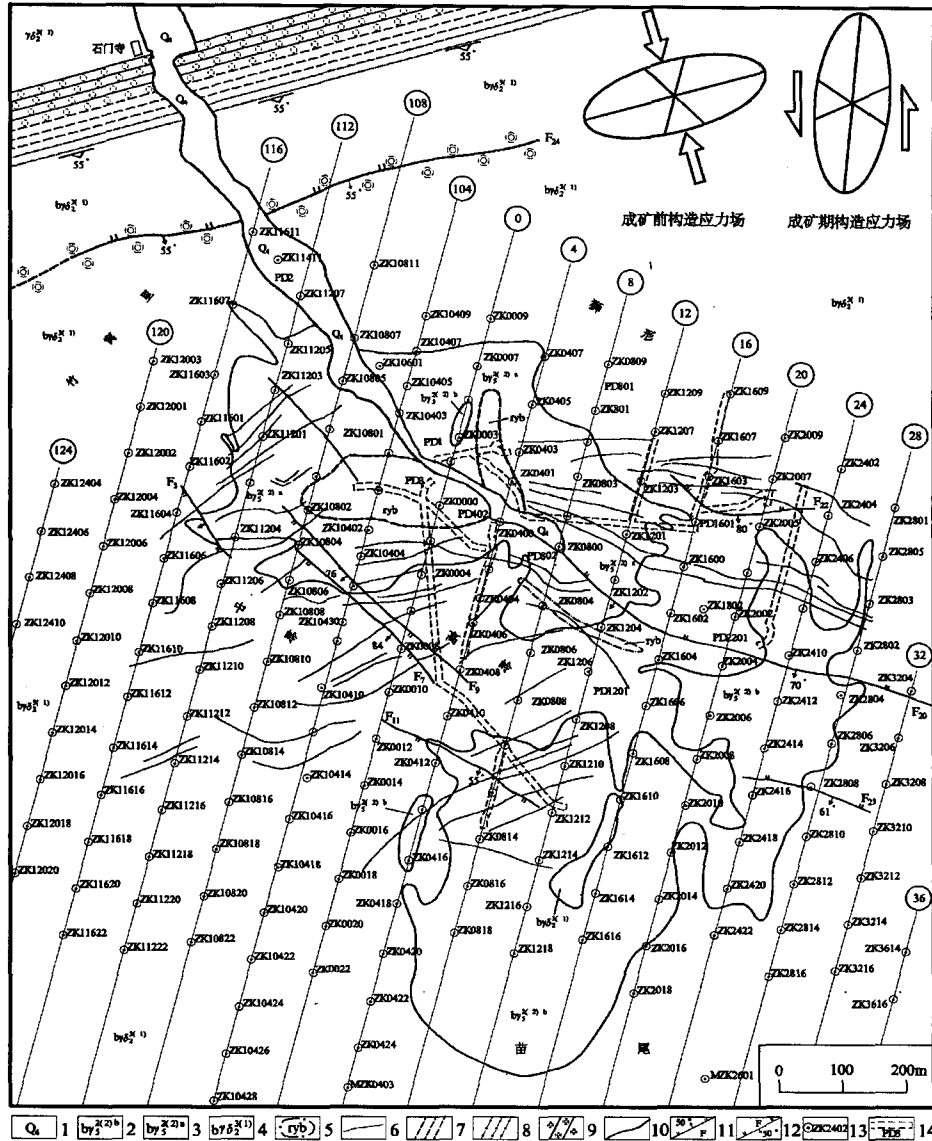


图10 石门寺钨多金属矿区地质略图

Fig. 10 Geological sketch map of Shimensi tungsten polymetallic deposit

1-第四系;2-燕山中期细粒黑云母花岗岩;3-燕山中期似斑状黑云母花岗岩;4-晋宁晚期黑云母花岗岩闪长岩;5-热液隐爆角砾岩;6-含矿石英大脉;7-千枚糜棱岩及糜棱片岩;8-糜棱岩;9-硅化;10-地质界线;11-正断层;12-逆断层;13-钻孔及编号;14-坑道及编号

隐爆角砾岩型矿体主要分布于石门寺矿区中部,大致位于ZK10402孔附近,隐爆角砾岩顺F₂₀断裂贯入的燕山中期细粒黑云母花岗岩及花岗斑岩中发育,延长超过200 m,宽200 m,延伸可超200 m,以角砾状和网脉矿化为主。

石英大脉型矿体主要分布于矿区中部约0.6 km²的范围内,切穿矿区各岩石单元和其它类型的矿体。矿区脉幅大于10 cm、走向延长大于50 m的矿脉已圈定64条。其中长度在120~200 m之间者占52%、200~280 m者占28%、280~360 m的占11%,最长可达485 m;平均脉宽20~40 cm,狮形个

别地段厚达250 cm;倾向上控制的最大斜深大于500 m(ZK10402)。矿物组合有石英、白云母、黑钨矿、辉钼矿、方解石以及白钨矿微脉。

2.2 矿石物质成分与组构特征

以黑云母花岗闪长岩为容矿围岩的细脉浸染型白钨矿体的矿石中,矿物组合总体较简单。主要金属矿物有白钨矿、黑钨矿、黄铜矿,偶见辉钼矿、磁黄铁矿、毒砂、斑铜矿、闪锌矿、黄铁矿、硫砷铜矿、砷黝铜矿等。主要非金属矿物为石英,其次是云母、长石、白云石等。

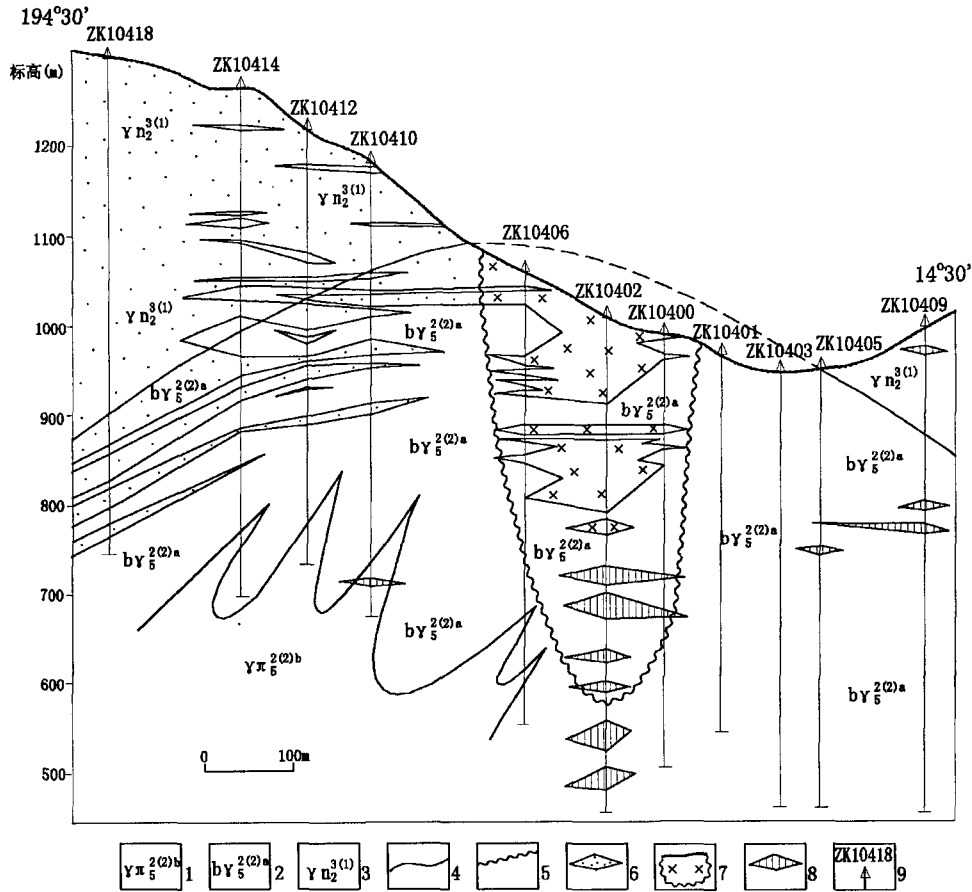


图 11 石门寺钨多金属矿区 104 线勘探剖面略图

Fig. 11 Profile of exploration line 104 in Shimensi tungsten polymetallic deposit

1-燕山中期花岗岩;2-燕山中期似斑状黑云母花岗岩;3-晋宁晚期黑云母花岗闪长岩;4-不同岩石单元界线;5-热液隐爆角砾岩边界;6-细脉浸染型矿体;7-热液隐爆角砾岩型矿体;8-石英大脉型矿体;9-完工钻孔及编号

矿石结构类型主要有结晶结构、交代结构,金属矿物粒度较细为其特征。矿体中最常见、也是特征的矿石构造就是细脉-微脉浸染状构造。以细粒为主的白钨矿、金属硫化物及石英、绢云母等脉石矿物沿着成矿裂隙充填、交代,形成脉幅小于10 mm、部分脉幅小于1 mm 的细脉-微脉状构造。白钨矿等金属矿物在石英细脉-微脉中呈小团块状、星散状分布。在矿体的不同部位,含矿石英细脉-微脉的形态及组合方式有所变化,可分为平行脉、交叉脉、树枝脉及网脉等构造。在含矿石英细脉-微脉脉侧及被石英细脉-微脉分割的蚀变围岩中,白钨矿、黑钨矿、金属硫化物呈星散状分布,形成稀疏浸染状构造或稠密浸染状构造。

白钨矿主要呈它形粒状,在石英细脉中局部颗粒较粗,个别可达6×2 mm,可见较完整的四方双锥晶形,常被辉钼矿穿切。白钨矿为黑云母花岗闪长岩型细脉浸染状白钨矿矿石中最主要的含钨矿物,据

《江西省武宁县大湖塘北区钨(铜钼锡)矿选矿流程试验研究报告》,物相分析结果白钨矿的分布率为76.47%。黑钨矿呈自形-半自片状、粒状、针状,颗粒细小,可见被黄铜矿溶蚀。黄铜矿主要赋存于石英细脉与云英岩化黑云母花岗闪长岩中,常呈它形粒状集合体,小团块一般2~4 mm,在石英细脉中常与斑铜矿、辉钼矿共生,脉侧蚀变围岩中常与斑铜矿、闪锌矿、黄铁矿共生。辉钼矿多呈六方鳞片状自形-半自单晶,片径一般1~3 mm,大者5 mm,在石英细脉中常与黄铜矿、白钨矿共生,并穿切白钨矿。

2.3 近矿围岩蚀变种类与矿化分带特征

细脉浸染型矿体的近矿围岩蚀变普遍而均匀,面积广、厚度大,为面型蚀变。蚀变种类与围岩岩性关系密切,内接触带似斑状黑云母花岗岩中钾长石化更明显,外接触带黑云母花岗闪长岩中黑鳞云母化更明显,二者共有的蚀变为云英岩化和绿泥石化。

在似斑状黑云母花岗岩体顶部的岩石中,常见

斜长石斑晶的边缘被钾长石交代,形成一圈粉红色钾长石交代边包裹着白色斜长石内核的交代斑晶。黑鳞云母化主要表现为黑云母花岗闪长岩中的黑云母被交代后形成细小鳞片状的黑鳞云母集合体,在接触面附近的局部,蚀变强烈时形成黑鳞云母岩。云英岩化与钨成矿关系极为密切,主要表现为白云母交代围岩中的斜长石,当有石英细脉-微脉叠加时,云英岩化更强,脉侧带状云英岩一般6~8 cm,宽者20 cm。绿泥石化与黄铜矿化关系密切,主要表现为绿泥石交代原岩中的黑云母,形成由微晶叶片状绿泥石组成的集合体,集合体仍保留原黑云母的轮廓,但边缘变得模糊而不整齐,岩石带淡绿色或呈花斑状。

细脉浸染型矿体在垂直方向上矿化分带明显,由外接触带向内接触带钨品位逐渐降低,铜品位有增高的趋势,钨与黄铜矿等金属硫化物有反消长关系。虽然内外接触带均见细脉浸染状黑钨矿化,但细脉浸染状白钨矿化主要出现在外接触带的黑云母花岗闪长岩中。矿体中钨的品位高低还与石英细脉的发育程度有关,与含脉率、含脉密度有一定的消长关系,在似斑状黑云母花岗闪长岩中尤其明显,含脉率、含脉密度愈高,蚀变愈强,矿化也越强,钨的品位也愈高。

2.4 成矿时代

根据矿石矿物中辉钨矿的Re-Os等时线年龄为 143.7 ± 1.2 Ma(张德全、丰成友提供,2011年),成矿时代与成矿母岩时代一致,为燕山中期。

3 找矿意义

通过近两年的勘查工作,基本查明了石门寺矿区的地质背景和矿产特征。矿区钨多金属矿床的形成与成矿母岩-燕山中期酸性深成至浅成花岗岩体关系极为密切,矿床成因类型为岩浆期后高中温热液矿床。主要矿体的工业类型可分为:细脉浸染型、热液隐爆角砾岩型和石英大脉型,具有多次成矿和“一区三型”的特点。但是,黑云母花岗闪长岩型细脉浸染状白钨矿矿体 WO_3 的资源储量占整个矿区 WO_3 资源储量的74%以上。

石门寺矿区地质找矿的重大突破表现为三个方面:一是矿种的突破,新发现白钨矿、锡石、黄锡矿、闪锌矿,尤其是白钨矿的发现改变了矿区仅专注黑钨矿的历史;二是矿床类型的突破,即新发现细脉浸染型和热液隐爆角砾岩型钨铜钼矿体,改变了以往只专注评价石英大脉型黑钨矿的找矿思路,尤其是赋存于外接触带晋宁期黑云母花岗闪长岩中、以细脉浸染状白钨矿为主的、厚大的似层状矿体,为矿区

及九岭矿集区指明了新的找矿方向;三是资源储量的突破,新的矿种-白钨矿和矿床类型-黑云母花岗闪长岩型细脉浸染状白钨矿的发现,极大地扩大了矿区资源储量远景。

石门寺矿区黑云母花岗闪长岩型细脉浸染状白钨矿的成矿地质条件极具代表性,矿化的时空分布规律清晰,找矿标志明显。矿区以黑云母花岗闪长岩为成矿围岩、直接暴露于地表的巨厚似层状细脉浸染型超大型白钨矿的发现及研究,对指导九岭矿集区乃至江南地块中生代成矿带白钨矿的找矿工作及充实钨成矿学理论,都具有重要的现实与理论意义:(1)在面积巨大的九岭晋宁期黑云母花岗闪长岩基内,或其它前中生代富钙花岗岩及正变质岩隆起区,寻找隐伏至半隐伏燕山期酸性或中酸性含钨花岗岩体,其接触带、尤其是外接触带,是细脉浸染型白钨矿的重要找矿靶区。(2)在江南地块中生代成矿带或其它地区,对地表钙质岩石(包括富钙花岗岩及正变质岩在内)分布区段,当有钨的化探异常及白钨矿重砂异常时,可能成矿母岩尚未剥露,仍有寻找大型工业矿床的潜力,应注意寻找细脉浸染型白钨矿床。(3)富钙花岗岩及正变质岩中的细脉浸染型白钨矿床与碳酸盐岩中的夕卡岩型白钨矿床,虽然矿床类型不同、成矿围岩迥异,但成矿作用相似,找矿意义重大。

致谢:本文为江西省地质矿产勘查开发局九一六大队石门寺矿区钨矿勘查项目部全体技术人员集体劳动的成果。勘查过程中,得到地勘行业有关单位和上级管理部门许多领导及专家的关心、支持和指导。中国地质调查局原局长叶天竺研究员和王保良副总工程师,中国地质调查局南京地质调查中心副主任郭坤一研究员,江西省地质矿产勘查开发局彭泽洲局长、余忠珍副局长、黄水保处长、赖新平调研员及原总工程师包家宝教授级高工等领导和专家,江西省国土资源厅胡宪厅长、项尝培副厅长、陈祥云副厅长、许建祥处长、龚健处长、吴波副处长等领导,中国矿业联合会储量评审中心主任刘玉强教授级高工和龚羽飞博士,中国地质科学院矿产资源研究所张德全和李大新研员,均亲临石门寺矿区检查指导工作。此外,中国地质大学、江西应用技术职业学院近30余名学生先后参加了野外工作。在此谨致谢意!

参考文献

- [1] 朱裕生,王全明,张晓明,等.中国成矿区(带)划分及有关问题[J].地质与勘探,1999,35(4):1-4.
- [2] 杨明桂,梅勇文.钦-杭古板块结合带与成矿带的主要

- 特征[J]. 华南地质与矿产, 1997(3):52-59.
- [3] 杨明桂, 曾勇. 中国东南部几个区域地质问题[A]. 江西省地质学会编, 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论文集[C]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2006:1-9.
- [4] 林黎, 占岗乐, 喻晓平. 江西大湖塘钨(锡)矿田地质特征及远景分析[J]. 资源调查与环境, 2006, 27(1):25-32.
- [5] 林黎, 余忠珍, 罗小洪, 等. 江西大湖塘钨矿田成矿预测[J]. 东华理工学院学报, 2006, 增刊:139-142.
- [6] 左全狮. 江西九岭西段大湖塘-李扬斗成矿区成矿地质条件分析及进一步找矿前景评价[J]. 资源环境与工程, 2006, 20(61):348-353.
- [7] 项新葵, 汪石林, 詹国年, 等. 赣北石门寺矿区钨多金属矿床成矿地质条件初步研究[J]. 地质找矿论丛, 2012, 27(2):143-155.
- [8] 江西省地质矿产局. 江西省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1984:1399-409.
- [9] 钟玉芳, 马昌前, 余振兵, 等. 江西九岭花岗岩类复式岩基锆石 SHRIMP U-Pb 年代学[J]. 地球科学-中国地质大学学报, 2005, 30(6):685-691.
- [10] 李献华, 李正祥, 葛文春, 等. 华南新元古代花岗岩的锆石 U-Pb 年龄及其构造意义[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2001, 20(4):271-273.
- [11] 朱焱龄, 李崇佑, 林运淮. 赣南钨矿地质[M]. 南昌: 江西人民出版社, 1981:292-310.
- [12] 项新葵, 汪石林, 詹国年, 等. 石门寺“一区三型”钨铜钼矿床地质特征[J]. 浙江国土资源, 2011, 增刊:60-71.

Discovery of Shimensi super-large tungsten deposit and its prospecting significance in Dahutang area, Jiangxi Province

XIANG Xin-kui, LIU Xian-mu, ZHAN Guo-nian

(NO. 916 Geological Party; Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Jiujiang 332100, China)

Abstract

The successfully exploration of Shimensi super-large tungsten deposit, Dahutang area, Wuning county, Jiangxi Province, is an important discovery of the geological prospecting work in our country. The mineralization type of the deposit is divided into veinlet-disseminated type, cryptoexplosion breccia type and quartz thick vein type. The host rock of the veinlet-disseminated type deposit which accounting for about 14.86 percent of total reserves, are the Late Jinningian biotite granodiorites and the mineralization mother rock are the middle stage of Yanshan solid plutonic-hypabyssal granites. The orebodies are thick with gentle occurrence and appromately parallel to the contact surface of biotite granodiorite and the top of porphyreous biotite granite stock. In addition, some features of the orebodies are described in this paper, such as external contact zone is important contact type(I 1 orebody), horizontal projective surface area is 1.50km², maximum thickness of single engineering is 389.33m, average thickness and grade are respectively 143.67m and 0.193%, change coefficient of thickness and grade are 63.7% and 115.8%, respectively. Industrial minerals are scheelite, wolframite, chalcopyrite and molybdenite. Ore textures are mainly crystal structure, metasomatic texture, ore structures are mainly veinlet and disseminated and wall rock alteration are protolithionite, greisenization and chloritization. It is a postmagmatic hydrothermal deposit with high-middle temperature and is divided into veinlet disseminated scheelite. It is found that biotite granodiorite is the host rock of veinlet disseminated scheelite in Shimensi mining area, which change the prospecting thinking of paying more attention to quartz thick vein wolframite and point a new direction for tungsten polymetallic ore-search breakthrough in this area and Jiuling ore concentrating area.

Key words: biotite granodiorite; veinlet disseminated atructure; scheelite; geological features deposit; prospecting significance; northern Jiangxi