

Large Molybdenum Deposit Exploration and Prospecting of Yuanlingzhai

Yue Zeng*, Hongyuan Li

South Jiangxi Geological Surveying Party of Jiangxi Geological Bureau, Ganzhou Jiangxi
Email: 251478416@qq.com

Received: Dec. 10th, 2015; accepted: Dec. 28th, 2015; published: Dec. 31st, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Exploration and discovery of Molybdenum deposit in Yuanlingzhai is the result of persistent and continuing exploring by geologist, with innovational exploration methods and technique, which has newly computed the reserve of Molybdenum resources in large scale, and becomes the biggest porphyry molybdenum deposit in South of western part of Wuyishan metallogenic belt. The paper will briefly introduce its geological background, basic geology and mineral features, and then will review the history of exploration for more than ten years, reveal the hardships of geological works, finally point out that the joint innovation of exploration methods and technique is the primary route and direction for future geological works under new situation.

Keywords

Prospecting, Exploration, Molybdenum, Large, Yuanlingzhai

园岭寨大型钼矿床的勘查与找矿

曾 跃*, 李红源

江西省地质矿产勘查开发局赣南地质调查大队, 江西 赣州
Email: 251478416@qq.com

收稿日期: 2015年12月10日; 录用日期: 2015年12月28日; 发布日期: 2015年12月31日

*第一作者。

文章引用: 曾跃, 李红源. 园岭寨大型钼矿床的勘查与找矿[J]. 地球科学前沿, 2015, 5(6): 480-489.
<http://dx.doi.org/10.12677/ag.2015.56048>

摘要

园岭寨钨矿床的勘查发现,是地质工作者坚持不懈、不断探索与总结,以及勘查方法、手段联合创新的结果。新发现钨矿床资源储量达大型,成为武夷山成矿带(西坡南段)探明最大的斑岩型钨矿床。文章简要介绍矿区地质背景、基础地质、矿床地质,回顾了十余年勘查找矿历程,揭示地质勘查找矿工作的艰辛,指出勘查方法、手段联合创新是新形势下地质工作的重要途经及方向。

关键词

找矿, 勘查, 钨矿, 大型, 园岭寨

1. 引言

园岭寨钨矿位于江西省安远县城西北 8 公里处,是武夷成矿带西坡南段近年新发现的一处较为典型的斑岩型大型钨矿床。

赣南地质调查大队作为勘查单位,历经异常查证、重点检查,以及普查-详查等勘查工作,历时十余年。近年,园岭寨钨矿(山)勘查工作坚持“生产+找矿+科研”相结合,运用新的科研成果及成矿理论指导,采用“地质+化探+钻探”勘查方法手段的联合,资源储量取得重大突破,矿床规模由小型跃升为大型[1],为矿山规模化开发及产能扩建等提供资源保障。

通过回顾矿区的勘查找矿历程,揭示找矿工作的艰辛,指出在地表矿体或找矿线索越来越少形势下,寻找半隐伏-隐伏矿体,采用“(物)化探先行、地质跟进、工程揭露”+模式找矿的联合手段方法,是新形势下地质工作的重要途经及方向。

2. 地质特征

2.1. 区域地质背景

本区位处南岭东西向构造带与武夷山北北东向隆褶带南段西坡的复合部位,隶属南岭成矿带东段与武夷成矿带衔接部位的武夷西坡南段之会(昌)-安(远)-寻乌矿集区。鹰潭-定南北北东向断裂与东西向断裂的复合交汇处。区域新元古代-中生代地层分布广,火山~岩浆活动频繁,构造发育,矿产丰富。锡、钨、稀土、铅锌等是区内主要矿产(图 1)。

区域内上元古界寻乌岩组-寒武系约占地层出露面积 60%,出露广,泥盆纪呈零星分布,而中生代侏罗系及白垩系分布较广泛(见图 1)。上元古界寻乌岩组为一套片状无序中深变质细碎屑岩建造,震旦-寒武系为海相复理石或类复理石碎屑岩建造,构成区域基底地层,上侏罗统为一套火山-沉积建造,侏罗系下统为河湖相沉积建造,白垩系为陆相杂色~红色碎屑岩夹膏盐建造。地层中 WSnMoCu 等成矿元素丰度值较高,为区内重熔型花岗岩提供丰富的矿质物源(如表 1[2]);同时,上元古界寻乌岩组-寒武系变质岩和侏罗系上统次火山岩也是本区钨、锡、钼、铜等矿床主要赋矿围岩[3]。

区内构造形迹多样复杂。基底褶皱主要分布在矿区北西部重石-版石一带和中部安远古田、园岭寨一带,由震旦纪-寒武纪地层形成,轴向北西部近东西、中部北北西-南北向,受岩浆活动、断裂活动及盖层掩覆,显得支离破碎;盖层褶皱主要表现在区域西北部的火山岩向斜盆地——由侏罗系林山组、菖蒲组、上丁组、鸡笼嶂组组成。火山作用形式以中心式为主,呈现明显的环形构造。

断裂构造发育,表现为东西向、北东-北北东向、南北向和北西向四个方向的断裂相互交织,以北

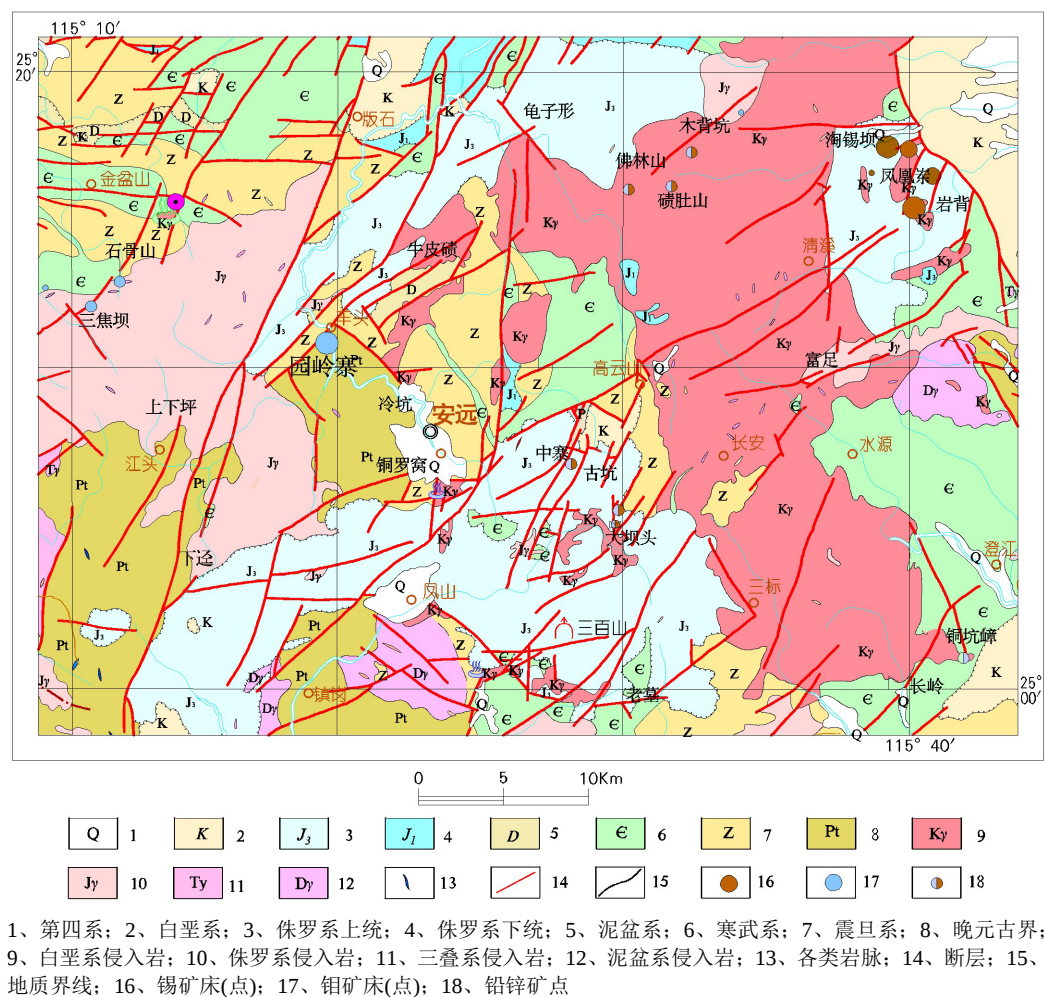


Figure 1. Regional geology sketch of Yuanlingzhai molybdenum mine
图 1. 园岭寨钼矿区区域地质简图

Table 1. Contents of main ore-forming elements in bed
表 1. 区域地层主要成矿微量元素丰度值表

地层(采样位置)	元素平均含量(单位: ppm)						
	Cu	Pb	Zn	Ag	Sn	W	Mo
J-K 红层(重石幅)	40	100	120	8	35	54	43
E 变质岩(安远幅)	35	80	80	1	20	50	30
Z 变质岩(安远幅)	38	19	75		10	50	43
Pt ₃ X 变质岩(安远幅)	22	41	120	0.34	14	45	
维氏值	57	20	40	0.04	10	2	20

东 - 北北东向和北西向断裂最为发育, 两组断裂构造的复合部位为区内岩浆岩的侵入、定位及火山构造的形成提供了良好空间, 而火山构造控制了本区隐爆角砾岩筒及斑岩体形成就位, 是区内锡、钼矿床的主要控矿构造[4]。已查明一批大中型与斑岩体及隐爆角砾岩有关的金属矿床, 如会昌岩背大型斑岩型锡铜矿、会昌淘锡坝大型斑岩型锡矿、会昌红山中型隐爆角砾岩型铜矿、寻乌铜坑璋隐爆角砾岩型铜钼矿(图 1)。

区内侵入岩浆活动频繁, 岩浆岩分布广泛, 其中以晚三叠世—白垩纪岩浆活动最为强烈, 为本区主要的岩浆活动时期及矿化形成时期, 矿体主要围绕岩体内外接触带分布。

2.2. 矿区地质

2.2.1. 地层

矿区地层较简单, 仅有上元古界寻乌岩组、上侏罗统及小范围第四系分布。

上元古界寻乌岩组(Pt_3x): 分布广, 为一套中深变质厚—巨厚层互层状产出的变粒岩及云母片岩, 是钼矿床的主要赋矿围岩之一。总体走向北西, 倾向北东或南西, 倾角 $40^{\circ}\sim73^{\circ}$ 。

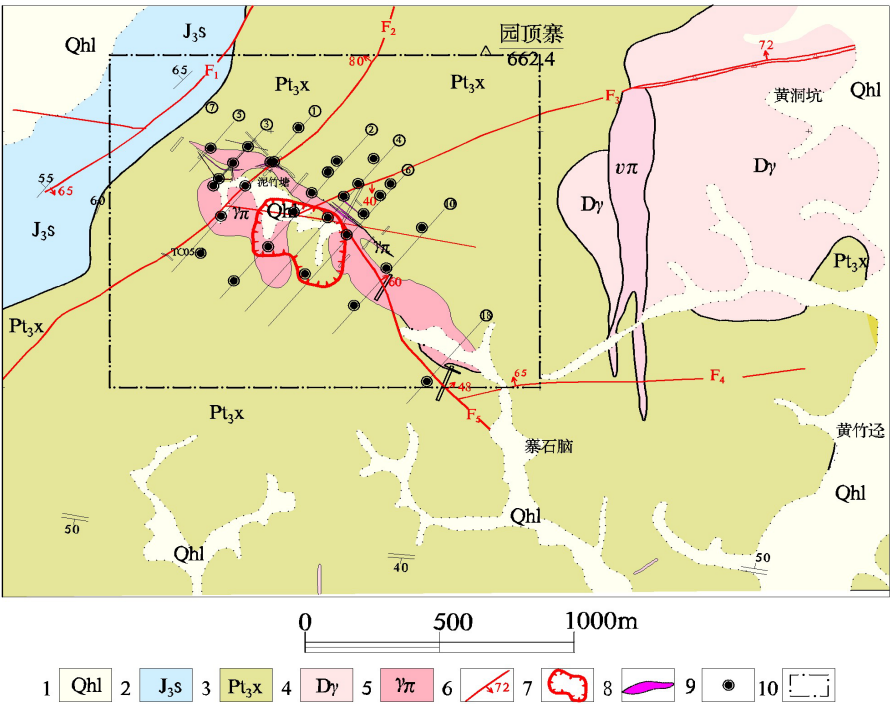
上罗系统上丁组(J_3s): 分布矿区北及西北部, 为一套中厚—巨厚层状浅灰色—浅紫红色砂岩、粉砂质泥岩夹浅灰绿色、浅黄绿色凝灰质粉砂岩、粉砂砾岩。走向北北东, 倾角 $35^{\circ}\sim60^{\circ}$, 倾向西。与下伏寻乌岩组呈断层接触或角度不整合接触关系。

2.2.2. 构造

区内构造主要表现为断裂构造。分为北东向、北西西向和近东西向三组。北东向、北西西向两组断裂复合部位控制了区内隐爆角砾岩的形成及花岗斑岩体的侵入、定位。在隐爆角砾岩及花岗斑岩共同作用下, 花岗斑岩周边发育极为密集不同方向的节理, 为区内钼矿成矿提供了良好的贮矿空间(图 2)。

1) 断裂构造

北东向断裂: 为区域性断裂, 并经过多次活动, 由车头—高嶂背, 并经过矿区中部, 贯穿全区。宽度 0.3~0.8 米。走向北东 40° , 倾向南东, 倾角 $77^{\circ}\sim88^{\circ}$ 。带内岩石破碎, 具有构造透镜体和挤压片理, 属于压扭性断裂。



1、第四系；2、上侏罗统；3、寻乌岩组；4、泥盆纪花岗岩；5、花岗斑岩；6、断层；7、隐爆角砾岩筒；8、地表钼矿体；9、钻孔；10、矿区范围

Figure 2. Regional generalized geological sketch of Yuanlingzhai Mine
图 2. 园岭寨矿区地质简图

北西向断裂：属北东向断裂的配套构造，断裂长 1500 米，宽 2~10 米。走向介于 290°~320°之间，带内岩石破碎，角砾大小不一，呈棱角状，次棱角状，属张扭性断裂。

2) 隐爆破角砾岩筒构造

隐伏爆破角砾岩筒分布于矿区中部，呈隐伏状，距地表 100~600 米，大致呈椭圆形筒状。因后期花岗斑岩岩浆的侵入，筒内大部分隐爆角砾岩被花岗斑岩侵蚀，仅在花岗斑岩内及斑岩脉上、下盘见少部分残留体，深部个别钻孔在标高-220 米花岗斑岩边部见厚达 30~40 米的隐爆角砾岩。

3) 节理

在变质岩层及斑岩体中节理非常发育，为本区成矿提供了运移通道和容矿空间。矿区节理主要有近东西向、北东向及北西向三组[1]，均与钼矿化关系十分密切(图 3)。

2.2.3. 岩浆岩

矿区主要出露的岩浆岩为花岗斑岩，呈南东—北西向斜贯矿区中部，出露面积约 0.2 平方千米。斑岩体受构造控制明显，平面呈不规则椭圆状，剖面上呈筒状，斑岩基本上沿隐爆角砾岩筒上侵，并侵蚀隐爆角砾岩，与变质岩呈侵入接触，倾向南西，倾角较陡，近于直立。

花岗斑岩呈灰白色、浅肉红色，斑状结构，块状构造，斑晶主要有石英(10%)、钾长石(30%)、斜长石(15%)、黑云母(3%)，斑晶大小不等，钾长石较粗大，一般为 5~10 mm，边缘具熔蚀现象，包裹细粒斜长石斑晶、黑云母等；斜长石斑晶被绢云母交代呈假象，大小 0.4~2 mm，黑云母斑晶绿泥石化；石英斑晶呈自形，粒径 2~3 mm，边缘被熔蚀成浑圆状。基质微花岗结构，由石英、长石组成，大小 0.003~0.1 mm，其中石英(20%)、钾长石(12%)、斜长石(10%)组成。

岩石光谱全分析结果[5]，其 Cu、Pb、W、Sn、Mo 成矿元素浓集，尤其是 Mo 元素为黎彤花岗岩丰度值 668 倍，是本区钼矿床的成矿母岩。成岩年龄为 165.49 ± 0.59 Ma [6]，属燕山早期侵入。

2.2.4. 土壤异常特征

区内异常以 Mo、Cu 为主，异常分布与斑岩体基本一致(图 4)。其中钼异常控制面积 2.75 km²，具三级浓度分带，有 2 处具一定面积的浓集中心，异常最大值为 531 ppm，其中大于 120 μg/g 的异常范围大于 0.3 km²，异常均值为 1.08 ppm。异常水平分带由内向外为 Mo-Cu-Pb-Zn-Ag，Cu、Pb、Zn、Ag 等中—低温元素在斑岩体的接触带及外围地层中富集，显示典型的斑岩型钼矿床地球化学异常水平分带模式。



Figure 3. (a) Molybdenite Lake filling fissure in metamorphic rock; (b) Molybdenite filling fissure of different directions

图 3. (a) 沿变质岩裂隙充填的辉钼矿；(b) 不同方向的裂隙充填辉钼矿

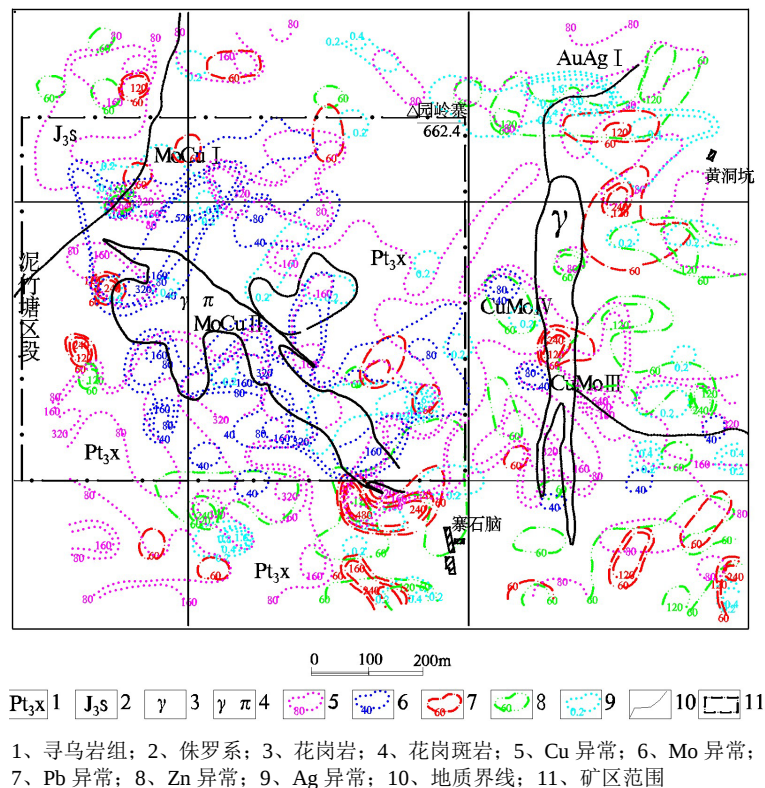


Figure 4. Soil anomalies of Cu Mo Pb Zn Ag in Yuanlingzhai
图 4. 园岭寨 Cu Mo Pb Zn Ag 土壤异常图

3. 矿床特征

3.1. 矿体空间分布及产状规模

矿体分布于花岗斑岩内外接触带附近, 总体呈北西方向展布, 与花岗斑岩体的分布特征基本一致, 并以花岗斑岩为中心, 沿斑岩内外接触带分布, 显示斑岩与钼矿成因关系密切。其中外接触带中的矿体位于斑岩体周缘 50~450 m 范围内, 内接触带中的矿体位于斑岩体顶面以下 0~650 m 范围内。矿体最长达 1100 m, 最宽达 702 m, 矿体平面投影面积约 0.6 km²。矿体形态呈透镜状, 但在不同剖面上因厚度变化形态有所差异, 矿体往北西翘起尖灭, 中部厚度巨大, 最大垂深达 522.83 m, 南东略往北西倾, 倾角介于 5°~10°, 沿两侧及深部变薄或分枝尖灭; 顶底板产状较缓, 底部略变陡, 倾角一般介于 5°~25°。

探明矿体赋存最低标高-261.68 米, 最高标高 462.40 米。钻孔单工程见矿厚度最大 456.57 米, 最薄 52 米, 矿体平均厚度 227.8 米, 参与资源储量估算的样品 Mo 品位 0.002%~0.383%, 探明(上表)资源储量[1] (122b + 332 + 333) Mo 199325.8 吨, 平均品位 0.067%; 低品位矿资源储量(332 + 333)Mo 11015.6 吨, 平均品位 0.037%。

3.2. 矿石特征

矿石中常见矿物共有 24 种, 其中金属矿物 8 种, 非金属矿物 16 种。以原生矿为主, 氧化矿较少。其中: 金属矿物主要为辉钼矿, 次为黄铁矿, 少量黄铜矿和闪锌矿, 微量褐铁矿、铜蓝和磁铁矿, 偶见黑钨矿; 非金属矿物主要为石英、钾长石、斜长石及黑云母, 次为高岭土、绿泥石、绢云母, 少量角闪石、白云母、方解石、萤石, 微量锆石、磷灰石等。

主要矿物共生组合有：石英 - 辉钼矿 - 钾长石；石英 - 黄铁矿 - 辉钼矿；石英 - 辉钼矿；钾长石 - 辉钼矿。

矿石结构主要有自形 - 半自形粒状结构，他形粒状结构，粒状嵌镶结构，片状集合体结构。矿石构造主要有脉状、网脉状构造，浸染状构造，块状构造。

矿石化学成分特征：主要有用金属元素以钼，其它如铜、钨等含量低，均未达综合利用指标要求。铜主要以黄铜矿形式存在，在区内较常见；钨以黑钨矿形式存在中高温形成的石英脉中，局部偶见，多与钼伴生。钼主要赋存于辉钼矿中(97.66%)，钼华占少量(2.34%)。

3.3. 围岩蚀变

围岩蚀变发育，近矿围岩蚀变主要有硅化(局部可达石英岩化程度)、钾化、绢英岩化、褐铁矿化、绿泥石化，以及萤石化和方解石化。由斑岩体中心向外大致可分为强蚀变带(硅化 + 钾长石或绢云母)、弱蚀变带(硅化 + 绢云母 + 黄铁矿或绿泥石)以及围岩中的硅化 + 绿泥石化或碳酸盐蚀变带。其中硅化、钾化、绢云母化与钼成矿关系密切。

4. 勘查及找矿成果

园岭寨钼为半隐伏 - 隐伏矿床。地表多因风化作用，Mo 品位变贫，导致矿化不连续，历经多次勘查工作，新发现的一处大型钼矿产地。时间上可分为：1991~1994 年，1997~2005 年和 2008~2011 年，勘查工作可分为三个阶段：异常查证(预查)、普查、详查，具体为：

4.1. 第一阶段——异常查证(1991~1994 年)

4.1.1. 依据

“江西省会昌 - 安远地区铜、锡多金属矿成矿远景”[7]对区域地层、岩浆岩、变质作用、地质构造、地球物理化学场研究分析，岩石中主要成矿元素锡、铜、铅、锌、银含量普遍较高，区域地球化学特征圈出铜高值异常区 3 片、锡 2 片、铅锌 1 片，晚侏罗世 - 早白垩世岩浆活动与铜、锡多金属矿化关系密切，认为区域内铜、锡多金属矿属于同一个成矿系列，划分了钨、铜铅锌多金属、锡(铜)和铜四个亚系列，3 个 IV 级成矿区以及 8 个 V 级成矿区，筛选了成矿远景区 22 处，圈定铜坑嶂和园岭寨 2 处找矿靶区，为本区下一步提出地质建议。

4.1.2. 过程及主要成果

1991-1992 年，赣南地质调查大队开展了版石幅化探异常 II 级查证，完成 1:2.5 万土壤化探 113.7 km²，(其中园岭寨 26.4 km²)，地质踏勘检查修编 1:2.5 万地质草图 25 km²，槽探 533.9 m³，化学样 28 个。共圈定综合土壤异常 25 个(其中园岭寨 4 个)，园岭寨 AP2、AP4 异常推测与蚀变花岗斑岩体有关，深部可能存在铜钼多金属矿体，具有较大的找矿意义。

1994 年，对园岭寨铜钼异常进一步查证，完成 1:1 万土壤、地质测量各 5 km²，槽探 417.36 m³，化学样 94 个。圈定 4 处 Cu、Mo 异常和 1 处 Au、Ag 异常(图 4)。其中 I、II 号 Cu、Mo 异常为矿异常，异常具钼、铜、金、银、铅、锌多元素异常组合特征，各元素异常中心部位重叠性好，Cu、Mo 元素含量高，具三级浓度带，发育多处明显的浓集中心，异常规模较大，铜元素的浓集中心分布于钼异常中心或环绕钼异常外带分布。通过地质检查，初步圈定 1 个花岗斑岩型 Mo 矿体，矿体呈 NW315°方向展布，长 1000 m，平均宽 200 m，平均品位 0.092%，计算 D + E 级 Mo 金属量 5.15 万吨。该矿体往下向四周有扩大规模的可能，斑岩体周围有 Cu 矿化显示。为下步勘查提供依据，缩小了勘查范围。

4.2. 第二阶段——普查(1997~2005 年)

4.2.1. 依据和过程

1997 年, 根据以往异常查证成果资料, 对园岭寨 I、II 号 Cu、Mo 异常工程揭露, 完成 1:1 万地质修测 2 km², 硃探 108.2 m, 槽探 687.5 m³, 化学样 236 个, 薄片 7 件。在地表花岗斑岩体内及接触带附近圈定 I1、I2、I3 等 3 条钼矿(化)体, 地表为氧化矿, 浅部为原生矿, 但品位低、矿化连续性差, 难以圈定工业矿体。此后, 因地勘工作大环境影响, 勘查工作难以为继。

2000 年 9 月 21 日按照相关规定, 赣南地质调大队依法依规登记了探矿权——“江西省安远县园岭寨矿区钼矿普查”。此后陆续开展相关勘查工作, 至 2004 年, 累计完成 1:1 万地质修测 5 km², 槽探 1313.61 m³, 化学样 292 个。

2005 年, 为申办采矿权证, 重点在园岭寨西南部之泥竹塘区段进行以钻探揭露控制为主的局部勘查工作, 圈定了 4 条工业钼矿体。完成 1:2 千地质测量 1 km², 槽探 358.89 m³, 钻探 686.49 m, 化学样 401 个, 薄片 8 件。

4.2.2. 成果

根据《江西省安远县园岭寨矿区钼矿普查地质报告》(1997 年), 计算了 I1、I2、I3 矿(化)体 E 级远景储量 Mo 6414 吨, 品位 0.064%。

2004 年, 在综合以往成果, 加密地表槽探揭露, 提交了《江西省安远县园岭寨矿区钼矿普查地质报告》, 估算 333 + 334 钼金属量 3923 吨。

2005 年提交的《江西省安远县园岭寨矿区泥竹塘区段钼矿普查地质报告》[8], 在泥竹塘区段北西部花岗斑岩中及其外接触带附近揭露控制 4 条主要矿体(III、V、VI、VII), 长 220~280 米、铅直厚度 2~20 米, 最厚 54.48 米, Mo 品位 0.06%~0.081%, 估算(333)Mo 金属量 1559 吨。报告评审认为工作范围小, 投入不足, 矿体边界未查清, 建议未来进一步勘查。

4.3. 第三阶段——详查(2008~2011 年)

4.3.1. 依据

自 2006 年矿山开采二年后, 原查明资源量已未能满足矿山生产; 此外, 矿山开拓/采(剥土露采 + 坑采)过程发现, 矿体变化较大, 往深部斑岩体及其接触带附近均有矿化, 局部 Mo 品位较富, 该现象引起地质人员高度重视, 从而加强了针对性的勘查。

4.3.2. 过程

通过对矿山露采区调查, 浅部采坑编录、取样等, 认为分布在斑岩体内及其接触带附近的矿体总体属同一个“矿化圈”, 只是赋矿围岩不同而已。同期, 中国地科院(黄凡博士, 2009 年)、中国地大暨江西地矿局(吴俊华, 2010 年)等在矿区开展了成岩成矿作用等研究。

根据这一认识, 结合相关科研成果及国内同类型矿区勘查情况, 确定按第 II 类矿床勘查类型(工程间距为 100 × 100 m)布置勘查工作, 综合化探异常分布及已揭露的矿体特征, 优先在 Mo 异常中心布施钻孔, 逐步向两侧施工, 首个钻孔 ZK404 单孔见矿厚度达 660.99 米, 从而揭露了园岭寨厚大斑岩型大型钼矿床的真面目, 取得了找矿的重大突破(图 5)。

4.3.3. 主要成果

1) 进一步查明了矿区地质特征、围岩蚀变与矿化的关系, 重新厘定了区内矿床成因、矿体赋存特征, 揭露了隐爆角砾岩、圈定隐爆角砾岩筒, 明确花岗岩斑岩控矿, 提高了找矿认识, 为后续勘查工作提供

了指导。

2) 获得了区内花岗斑岩的成岩年龄[6]为 $165.49 \pm 0.59 \text{ Ma}$ ($\text{MSWD} = 1.4, n = 19$); 园岭寨钼矿床辉钼矿的结晶年龄为 $160 \pm 1 \sim 162.7 \pm 1.1 \text{ Ma}$ [6], 属中侏罗世中晚期, 即燕山期第二次成矿作用阶段, 与区域内 160 Ma 左右的钨锡矿成矿作用时间基本一致。

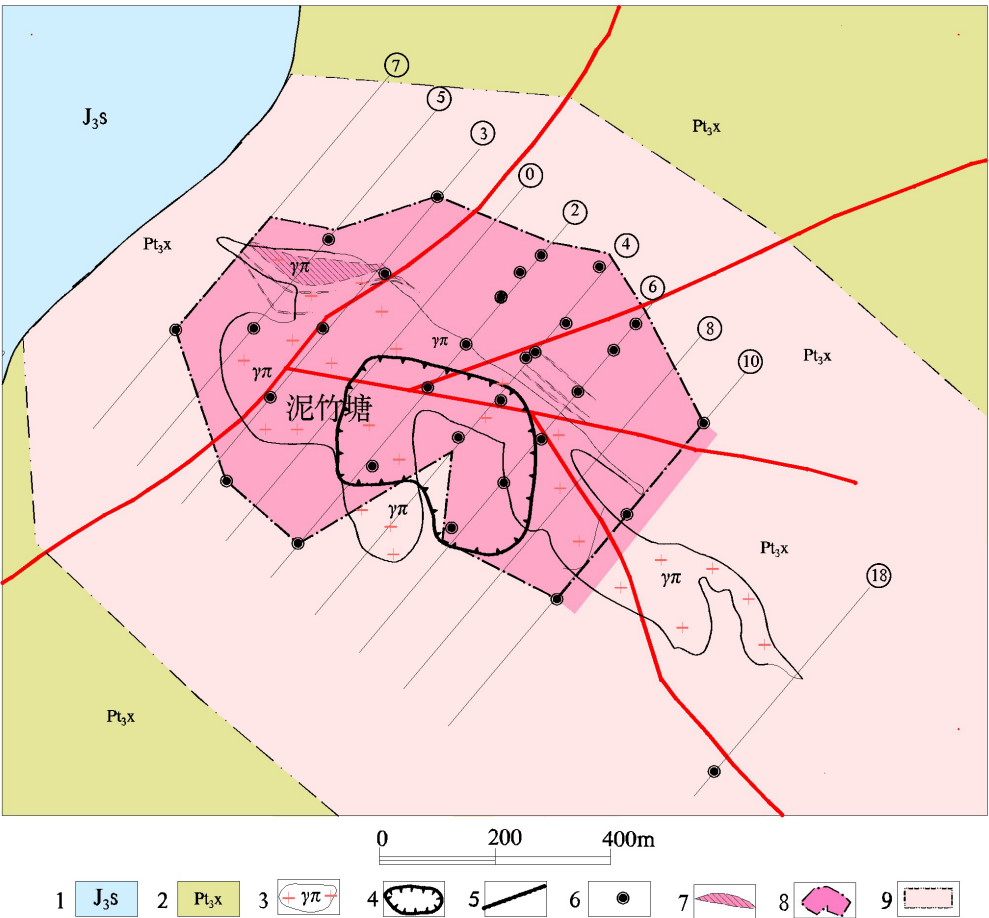
3) 通过本次在原矿区范围的补充勘查, 探明($122\text{b} + 332 + 333$)钼资源储量 21 万吨(其中低品位钼 1.1 万吨), 矿床规模由小型跃升为大型, 为武夷山成矿带(西坡南段)首次探明最大的斑岩型钼矿床, 取得了找矿重大突破。此外, 矿区外围, 如南部 18 号 ZK1801 揭露厚大钼矿体, 找矿潜力巨大(图 5)。

4) 成矿规律的研究及其模式的建立, 以及勘查方法手段的创新, 为武夷山成矿带(西坡南段)斑岩型钼矿找矿提供实例, 具指导及借鉴意义。

5. 结语

5.1. 矿区勘查实践揭示地质勘查找矿工作是一个不断探索的过程

本区位处武夷山成矿带西坡南段, 已探明有岩背锡矿、红山铜矿等一批大 - 中型花岗斑岩型矿床, 成



1、上侏罗统; 2、寻乌岩组; 3、花岗斑岩; 4、隐爆角砾岩筒; 5、断层; 6、钻孔; 7、地表钼矿体;
8、探明钼矿体平面投影范围; 9、远景区范围

Figure 5. Geological brief and scope of proved reserves in Yuanlingzhai

图 5. 园岭寨矿区地质简图暨探明储量范围

矿地质条件有利。斑岩型钼矿勘查、发现在区内仍属首次, 历时数十年, 是地质工作者坚持不懈, 以及善于总结、发现和不断学习与创新的结果。

5.2. 勘查方法手段的创新及“生产 + 找矿 + 科研”相结合是新形势下地质工作的重要途经及方向

矿区勘查实例证明, 在地表矿体或找矿线索越来越少形势下, 寻找半隐伏-隐伏矿体, 采用“(物)化探先行、地质跟进、工程揭露” + 模式找矿的联合手段方法, 可以达成见效快、提高找矿效率, 坚持“生产 + 找矿 + 科研”相结合, 运用新的科研成果及成矿理论指导, 利用模式找矿, 获得丰厚回报。矿山查明保有资源储量约 20 万吨, 潜在经济价值数百亿元, 为矿山规模化开发及产能扩建等提供资源保障。

参考文献 (References)

- [1] 梁景时, 曾跃, 等. 江西省安远县园岭寨矿区泥竹塘区段(扩深)钼矿资源储量核实报告[R]. 赣州: 江西省地矿局赣南地质调查大队, 2011: 1-111.
- [2] 梁景时, 漆富勇, 等. 江西安远园岭寨矿区钼矿床地质特征及矿床成因探讨[J]. 中国地质, 2012, 39(5): 1327-1338.
- [3] 徐贻赣, 许建祥, 徐敏林, 等. 江西会昌锡坑迳矿田及周边地区锡铜多金属矿评价地质报告[R]. 赣州: 江西省地矿局赣南地质调查大队, 2002: 1-84.
- [4] 黄常立, 唐维新, 桂永年, 等. 会昌岩背式斑岩锡矿[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997: 1-132.
- [5] 史明魁, 陈富文, 苟月明, 等. 江西会昌红山地区火成角砾岩与成矿关系研究[J]. 华南地质与矿产, 2001(1): 9-16.
- [6] 黄凡, 王登红, 曾载淋, 等. 赣南园岭寨大型钼矿岩石地球化学、成岩成矿年代学及其地质意义[J]. 大地构造与成矿学, 2012, 36(3): 363-375.
- [7] 杨衍忠, 苟月明, 等. 江西省会昌 - 安远地区铜锡多金属成矿远景区划报告[R]. 赣州: 江西省地矿局赣南地质调查大队, 1991: 1-135.
- [8] 谢有炜, 丁明, 等. 江西省安远县园岭寨矿区泥竹塘区段钼矿普查地质报告[R]. 赣州: 江西省地矿局赣南地质调查大队, 2005: 1-38.