

# 青海同仁县江里沟钨-铜多金属 矿床地质特征和成矿模式

李欢<sup>1,2</sup>, 奚小双<sup>1,2</sup>, 吴城明<sup>1,2</sup>, 郑宇<sup>1,2</sup>, 卿得成<sup>1</sup>

(1. 中南大学地质研究所, 长沙 410083; 2. 有色金属成矿预测教育部重点实验室, 长沙 410083)

[摘要] 江里沟钨铜多金属矿床位于西秦岭西段, 矿床形成时的大地构造背景为三叠纪南部大洋俯冲的岛弧带。矿区由主矿区和周围几个矿点组成, 出露的地层主要为下三叠统隆务河群和下二叠统大关山群。多金属矿化主要与矿区南部一个多期侵位的复式花岗岩岩体有关。主矿区以钨、铜矽卡岩矿化为主, 分布在岩体北西部附近围岩地层中, 同时发现在岩体中有裂隙矿化、石英脉型矿化和浸染状矿化几种型式。主矿区具有典型的成矿分带性特征, 表现在成矿元素分带、成矿蚀变分带和成矿构造分带。据此建立了矿床斑岩-矽卡岩-热液脉型综合成矿模式。

[关键词] 地质特征 成矿模式 钨铜矿床 江里沟 西秦岭

[中图分类号] P618.45 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2010)05-0872-08

Li Huan, Xi Xiao-shuang, Wu Cheng-ming, Zheng Yu, Qing De-cheng. Geological features and the metallogenic model of the W-Cu polymetallic deposit at Jiangligou in Tongren County, Qinghai Province [J]. *Geology and Exploration*, 2010, 46(5): 0872-0879.

江里沟矿区位于青海省黄南州同仁县北部, 行政区划隶属于青海省同仁县双朋西乡管辖, 矿区面积 24 km<sup>2</sup>。矿区具有多年的找矿勘探历史, 虽然具有一定的规模, 但是总体勘探程度不高, 矿床规模有限, 找矿前景不明朗。2006 年青海有色地质勘查局七队以江里沟矿区斑状花岗岩体外接触带矽卡岩为重点开展 1:2000 地质填图, 1:5000 激电测量及化探异常验证等地、物、化探工作, 施工槽探 2523 m<sup>3</sup>, 坑探 519.6 m, 共圈出了 17 个矿体, 其中矽卡岩型和蚀变构造岩型铜钨矿体 8 个, 细-薄脉型钨钼矿体 9 个。通过资源量估算, 全矿区共求得金属资源量: W<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 4096.61 t; Cu: 1507.06 t; Mo: 84.51 t, 属于小型矿山规模。为了进一步指导矿区的找矿勘探工作, 扩大资源储量, 需要深入研究矿床的成矿地质条件, 认识矿床的成矿规律, 为此设立研究项目来开展矿区的成矿地质研究工作, 促进矿区的勘探工作取得更大的找矿成果。其研究目的是为了提高矿区的成矿地质研究程度, 更好的认识矿区的成矿规律。

## 1 成矿地质背景

江里沟矿区大地构造位置处于西秦岭西段, 具有三叠纪南部大洋向北俯冲形成的岛弧带性质(任纪舜等, 1980; 冯益民等, 2003)。西秦岭地块北邻祁连地块, 西部与柴达木地块界线在鄂拉山带, 南部通过东昆仑和阿尼玛卿山与巴颜喀拉褶皱带相邻(杨巍然等, 1991; 杨恒书等, 1996; 李欢等, 2010), 黄南州跨西秦岭地块南北全部区域, 其中同仁县处在西秦岭中部偏北的位置, 江里沟矿区在同仁县矿区的北部。

笔者在黄南州划分出几条区域成矿带, 从北向南划分有 5 条东西向成矿带, 即坎布拉-尖扎成矿带, 羊智河-双朋西成矿带, 夏德日-江格尔成矿带, 石藏寺-河南成矿带, 西倾山成矿带。这些成矿带的分布从北部的西秦岭与祁连交界处, 到南部的与东昆仑地体交界处, 遍及西秦岭西段的全部区域, 是遍及俯冲岛弧带中的成矿带(冯益民等, 2003;

[收稿日期] 2009-11-24; [修订日期] 2010-07-13; [责任编辑] 郝情情。

[基金项目] 国家自然科学基金资助(编号: 40372099)。

[第一作者简介] 李欢(1985年-), 男, 在读博士研究生, 矿产普查与勘探专业, 主要从事区域矿产普查与成矿预测研究, E-mail: lihuan-1022@163.com。

张雪亭,2006;段永民等,2007),说明西秦岭岛弧带是一个宽阔的成矿带。目前对于黄南州这些成矿带的调查研究还非常有限(殷鸿福等,1992;张维吉等,1994;张国伟等,1996;冯益民等,2003),还不能详细的分析各成矿带的特征和它们之间的关系。

研究表明成矿分带性特征是普遍存在的,笔者已经在同仁县成矿区中也划分出几条矿田带,有岗察矿田带,阔合隆洼矿田带,欠隆-龙得岗矿田带及多哇矿田带等,这些矿田带大致对应于区域的羊智河-双朋西成矿带。而江里沟矿区就是分布在其中的刚察岩体成矿带中,处在西秦岭岛弧成矿区的偏北部,因为俯冲带的边缘大致在南部的阿尼玛卿山一带,所以江里沟矿区距离俯冲海沟较远,应该具有内弧带的性质。

据作者调查研究,黄南州分布的三叠纪地层和岩浆岩的形成,应该划分为不同的期次,即伸展期和挤压期,对应于俯冲带活动的分期。伸展期主要形成沉积岩地层和火山岩,形成部分侵入岩,挤压期主要形成侵入岩,挤压期侵入岩具有重要的成矿作用。

对黄南州同仁县区域成矿特征的调查,说明其具有岛弧型成矿组合的基本特征,区域具有多元素成矿组合,主要成矿元素有铜、金、银、钨、钼、锡、铅、锌等,主要成矿类型有喷流沉积型铜矿,矽卡岩型钨铜矿和金矿,裂隙型(热液脉型)铜锡银金铅锌多金属矿,斑岩型钼矿等,代表性矿床矿点有恰冬矽卡岩型铜矿,欠隆矽卡岩型铜矿,德合隆洼热液脉型金矿,江里沟钨钼铜金矿,阔合隆洼热液脉型铜金多金属矿,团萎来热液脉型铜钼矿,龙德岗西热液脉型铜金矿等(张信等,2008)。

## 2 矿区地质

### 2.1 矿区地层

矿区出露的地层主要为下三叠统隆务河群和下二叠统大关山群(图1)。下三叠统隆务河群主要分布在矿区西南部,主要为下岩组第一岩性段,灰绿色-灰褐色中-薄层状凝灰质细粉砂岩夹灰白色-浅绿色流纹状硅质岩及板岩( $T_1^{a-1}$ )。下二叠统大关山群在矿区分布较广,主要包括:上岩组第一岩性段,深灰色-灰黑色中-薄层状钙质凝灰岩粉砂岩夹薄层状或透镜状碳质板岩、条纹板岩及砾状大理岩

( $P_1^{2-1}$ );上岩组第二岩性段,白色-灰白色厚层-巨厚层状大理岩夹灰绿凝灰质粉细砂岩、矽卡岩条带或透镜体( $P_1^{2-2}$ );上岩组第三岩性段,灰黑色中-薄层状斑点凝灰质细砂岩夹薄层灰绿色-深灰色含硅质条带细粉砂与板岩( $P_1^{2-3}$ );上岩组第四岩性段,灰白色厚层状大理岩及浅灰色-灰白色砂砾岩、砾状石英砂岩含灰色-深灰色不纯灰岩角砾或透镜体( $P_1^{2-4}$ )。矿区地层基本特征是:二叠纪地层下部以

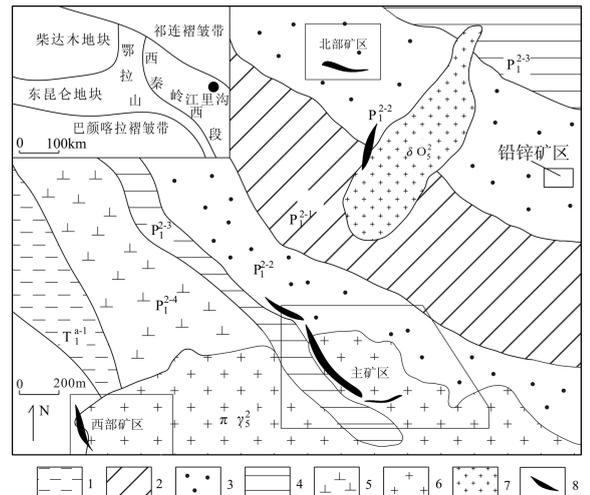


图1 江里沟矿区地质简图

Fig. 1 Sketch geological map of the Jiangligou multi-metal deposit

1-下三叠统隆务河群下岩组第一岩性段,细粉砂岩夹硅质岩及板岩;2-下二叠统大关山群上岩组第一岩性段,粉砂岩夹板岩及砾状大理岩;3-下二叠统大关山群上岩组第二岩性段,大理岩夹凝灰质细粉砂岩、火山岩、矽卡岩条带或透镜体;4-下二叠统大关山群上岩组第三岩性段,凝灰质细砂岩夹薄层灰绿色-深灰色含硅质条带细粉砂与板岩、火山岩;5-下二叠统大关山群上岩组第四岩性段,大理岩及砂砾岩、砾状石英砂岩、角砾或透镜体;6-燕山期斑状花岗岩;7-燕山期石英闪长岩;8-矿脉

1-Triassic sandstone powder folders siliceous rocks and slate;2-Permian calcareous tuff, carbonaceous slate and siltstone folder, striped marble slate;3-Permian marbles clip fine powder sandstone, skarn bands or lens;4-Permian tuffaceous fine-grained sandstone dot folder powder sand and slate;5-Permian marble rocks and sandy conglomerates, gravel-like quartz sandstone;6-Yanshanian porphyritic granite;7-Yanshanian quartz diorite;8-ore veins

大理岩为主,夹凝灰质火山岩层,上部以凝灰质火山岩为主,夹大理岩层,往上为三叠系砂岩,为粗粒石英砂岩。因为矿区地层构造为北西向的倒转背斜,二叠纪大理岩层处在背斜核部,二叠纪凝灰质火山

岩处在两翼,背斜两翼外侧为三叠系砂岩。

## 2.2 矿区岩体

江里沟矿区处在岗察岩体的西北端,岗察岩体带为北西西方向延伸,岩体带在江里沟矿区与德合隆洼矿区之间连续延伸,在江里沟矿区以西岩体间断分布。实际上存在小型岩体和岩脉的分布,特别是形成一条北北东向的小型岩体带,与岗察岩体带交汇,江里沟矿区处在这个岩体带交汇点的范围中(图2)。岗察岩体带的主岩体处在江里沟矿区的南部,矿区处在区域岩体的北西侧接触带上,在矿区的北东方向和南西方向上还有间断分布的小型岩体和岩脉,表示北北东方向的岩体带,这可能是一条隐伏的岩体带。根据前面的说明,岩体带代表构造带,这里存在两个构造带和它们的交汇,江里沟矿区是处在构造带的交汇处,是构造带形成岩体带的交汇。

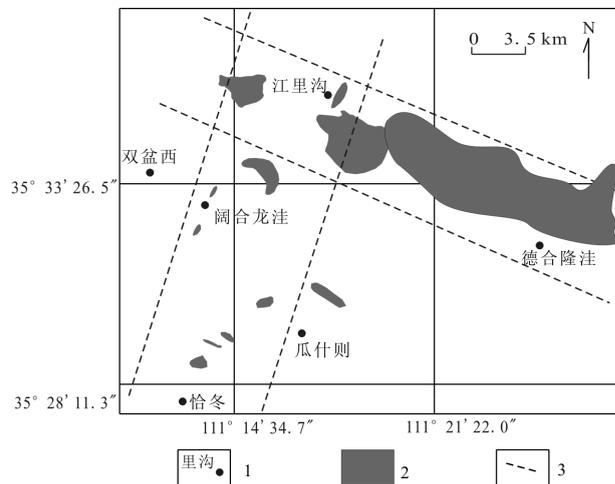


图2 江里沟矿区及外围岩体分布简图

Fig.2 Distribution map of rock bodies in the Jiangligou multi-metal deposit and surroundings

1-地名;2-岩体;3-岩体分带线

1-place name; 2-rock body; 3-boundary between rock bodies

岩性特征。江里沟矿区南部的岩体为花岗岩,调查表明岩体是由多种类型的花岗岩组成,而不是单一侵入体。矿区南部的岩基主要为花岗斑岩,肉红色钾长石斑晶明显,在矿区北部附近分布小型闪长花岗岩体。现场调查说明江里沟矿区南部的岩基应该是一个复式岩体,是由多期侵位的花岗岩组成的复合岩体,主要岩体是肉红色钾长石斑晶粗粒花岗岩,小型岩体还有浅色细粒花岗岩,浅红色细粒花岗岩,中粗粒等粒花岗岩等。小型花岗岩都是分布在主岩

基之中,出露或分布面积很小,而且是分散分布的,也没有表现为中心式特征。

## 3 矿体地质

江里沟主矿区:主矿区已经显示的矿化目前以矽卡岩矿床为主,分布在岩体北西部附近围岩地层中,为钨、铜矿化,具有成型的矿体,同时发现在岩体中有裂隙矿化,为钨、钼矿化,岩体中矿化虽然有一定的分布范围,但目前尚未发现成型矿体。主矿区围岩具有十分发育的矽卡岩化蚀变。矿区中的地层有凝灰质火山岩和大理岩,它们都在花岗岩的外围,但是矽卡岩化蚀变只发生在凝灰质火山岩地层中,而完全不进入大理岩中。在地表大理岩与凝灰岩互层的时候,在凝灰岩层中可以发生矽卡岩蚀变,而在两侧的大理岩中却没有矽卡岩蚀变。矽卡岩蚀变虽然靠近花岗岩,但是并不是处在接触带上,有些地方见花岗岩与凝灰岩的接触界面,接触带上的凝灰岩并不发生矽卡岩蚀变,而是在间隔一段后出现矽卡岩蚀变,在大理岩与凝灰岩的接触界面上所发生的矽卡岩蚀变,也是处在凝灰岩一侧,而不进入大理岩中。观察已知矿区的矽卡岩蚀变是条带状形态,是沿裂隙发育矽卡岩蚀变的,说明矿区的矽卡岩蚀变受裂隙控制,不是发生在岩体接触带上的,应为外接触带亚型。矽卡岩矿物主要有石榴石和透辉石,矿物颗粒粒度变化大,细粒和粗粒都很普遍。主矿区花岗岩体中发生广泛的热液蚀变,蚀变类型主要有青盘岩化,云英岩化等,青盘岩化蚀变呈浅绿色,为绿帘石和绿泥石蚀变,青盘岩化蚀变有强弱的变化,青盘岩化蚀变常出现在石英脉围岩中,伴随一定的矿化。观察岩体中有黄铁矿化蚀变,即硫化物蚀变,出现在含矿石英脉围岩中。主矿区矿化类型主要有白钨矿化,呈浸染状矿化,其次为铜矿化,发育程度相对不高。岩体矿化有裂隙矿化、石英脉矿化和浸染状矿化几种型式,目前发现的岩体中以裂隙矿化为主,石英脉矿化较少,浸染状矿化则可以出现在裂隙和石英脉矿化密集的地方。石英脉含矿有白钨矿、辉钼矿和黄铜矿,以含钨钼为主。岩体中的浸染状矿化往往发育在热液蚀变强烈的地方,一般是云英岩化发育的地方,其中形成厚度大的石英脉,但石英脉中不一定含矿,也有不发育蚀变而形成浸染状矿化的情况。

西矿区:位于江里沟矿区的西部边缘,距主矿区

1.5km,在江里沟南坡山脚,岩基在西矿区是近于直角的边界,北部和西部都是围岩地层,西矿区处在花岗岩岩基的北西角上岩体与围岩的接触带上,围岩地层是基性火山岩。在西矿区地表的地质调查可以见到岩体围岩地层中的矽卡岩蚀变,在岩体与火山岩的接触界面上并没有形成矽卡岩蚀变,而是有角岩化的热变质,在距离岩体界面几米远的地方才形成矽卡岩蚀变。矽卡岩蚀变呈现条带状特征,即矽卡岩条带穿插在基性火山岩中。西矿区在地表花岗岩露头中也表现了矿化和蚀变的现象,花岗岩中的蚀变有绿帘石化蚀变和云英岩化蚀变,其中也有铜、钼矿化,也有钨矿化。

铅锌矿点:铅锌矿点在江里沟矿区的北东方向,距离主矿区约1.2km,铅锌矿点产在大理岩地层中,构造位置在矿区背斜的北东翼,在翼部大理岩层靠近外侧火山岩的地方。铅锌矿点有坑道和探槽揭露,矿化和蚀变主要出现在大理岩中,在坑道中出现较宽的蚀变带,是沿破碎带分布的蚀变带,蚀变类型为绢云母化,黄铁矿化,硅化,绿帘石化等,是多种蚀变的组合,蚀变顺裂隙延伸,也可成带分布,有方解石脉穿插在蚀变带中,蚀变带中出现细粒铅锌矿化,也有粗粒铅锌矿化,但是矿化分布不均匀,变化较大,最近的工程揭露蚀变矿脉变细和不连续,大理岩中有沿后期裂隙出现零星矿化。在地表探槽中也有发育的蚀变带和矿化,但是变化大,不稳定。总体上看,虽然矿化和蚀变都很明显,但是规模很小。

## 4 矿床成因与成矿模式

### 4.1 矿床成因分析

矿床成因类型探讨:在板块俯冲带环境形成的矿床系列,最为典型的组合之一是斑岩型矿床、矽卡岩型矿床和脉状矿床(S. M. Peacock *et al.*, 1994; Stern RJ, 2002; 杨汉壮等, 2009),所以从成矿系列的角度看江里沟矿区的矿床类型是符合其成矿背景的。从成矿背景上来说,西秦岭地块与南部边缘有关的构造运动自晚古生代开始,延续到燕山期,印支期昆仑洋向北俯冲,造成弧后伸展运动,在三叠纪形成西秦岭发育的盆地沉积,盆地扩展并没有演变成洋盆,三叠纪以后的燕山期早期昆仑洋闭合,同时巴颜喀拉洋盆继续发生向北的俯冲,这时构造运动转变为挤压性质,使西秦岭盆地回返褶皱,在燕山期中

后期俯冲挤压运动被平移运动替代,西秦岭的褶皱变形减弱,转而发育岛弧岩浆岩活动,直至巴颜喀拉洋盆闭合(殷鸿福等, 1995; 张克信等, 2007)。在三叠纪俯冲岛弧带基本的成矿条件是岩浆岩的活动,在挤压型俯冲带是以侵入岩体的活动为主,矿床是围绕岩体分布的,根据不同的情况形成不同的矿床类型。斑岩型矿床,矽卡岩型矿床和脉状矿床能够作为一个成矿系列,是因为它们都是围绕岩体形成的矿床类型,岩体的成矿具有分带性,围绕岩体的不同分带的成矿条件发生变化,相应的形成特征不同的矿床类型(翟裕生等, 2003; 李明等, 2009)。斑岩型矿床是岩体成矿的中心,处在成矿系列的中心部位,矽卡岩型矿床和脉状矿床分布在岩体的外围地带,因为围岩条件不同而形成不同的矿床类型,围岩具有形成矽卡岩蚀变的条件时形成矽卡岩矿床,围岩不具备矽卡岩蚀变的条件时形成脉状或破碎带矿化(翟裕生等, 2002)。在江里沟矿区的外围成矿带中,在基性凝灰质火山岩地层中形成矽卡岩矿床,在花岗岩体中,或在大理岩地层中形成裂隙充填型矿化。

具体到江里沟矿区需要确定其成矿符合这种成矿系列的环境和条件,这也是笔者在研究中一直注意探讨的内容。前面已经讨论了江里沟矿区的区域地质背景,是处在岛弧带的环境,矿区所处的西秦岭在三叠纪时期是在南部大洋俯冲作用下形成的岛弧活动环境,岗察岩体带是属于岛弧性质的岩浆岩活动带,江里沟矿区是在岗察岩体带中的矿区,区域地质背景是符合斑岩型矿床成矿类型的。江里沟矿区的矿床地质特征也是符合岛弧型环境成矿性质的,矿区中岩体有广泛的分布,目前发现的矿床主要是矽卡岩成矿,是岛弧环境的典型矿床类型,是与岩体关系密切的成矿类型,作为岛弧环境成矿的基本背景是不会有疑问的。在进一步的研究中需要确定岛弧环境成矿的类型细节划分,即主弧带与内弧带的区别,因为江里沟矿区岩体中发现的矿化以钨钼矿化为主,成矿元素组合的特征倾向于是内弧带成矿,而不是主弧带的斑岩铜矿的类型特征。在区域背景中,江里沟矿区处在西秦岭的最北端岩体成矿带中,距离南部俯冲海沟的位置最远,形成内弧带环境是可能的。虽然与南部板块缝合带的距离约200多公里,不是很大的距离,但是应该考虑因为后来造山运动的变形而缩短的距离,此外南部实际俯冲海沟的

位置还没有确切的意见,应该还要往偏南方向迁移,至少符合主弧带向内弧带过渡的区域构造位置。

靠近内弧带的背景对于江里沟矿区的成矿是十分有利的,可以从成矿元素的地球化学性质和岩浆岩的成矿能力方面进行说明(Tatsumi Y *et al.*, 1995; Pearce J A *et al.*, 1995; 路彦明等, 2006)。江里沟矿区的主要成矿元素是钨、钼、锡,它们的地球化学性质是相似的,它们的丰度特征也是相似的,都是在地壳中的丰度明显高于地幔的丰度,所以它们是共生成矿的关系。处在内弧带,或靠近内弧带的环境,表明岛弧岩浆活动要穿过厚度比较大的地壳,因此有可能从地壳中获取成矿的元素。内弧带成矿说明是挤压性质的俯冲带,也就是具有缓倾角的俯冲带(Gutscher *et al.*, 2000; 芮宗瑶等, 2006),研究表明这种环境下可以形成埃达克岩浆的活动,而这正是形成斑岩型矿床所需要的岩浆岩活动。埃达克岩浆形成于俯冲板片本身的熔融,具有含水,含氧和含硫高的特点,因而具有获取金属元素能力强的作用(Thieblemont *et al.*, 1997),斑岩型矿床的成矿实际上是与埃达克岩浆的活动关系密切,而不是一般的岛弧岩浆岩,这是为什么斑岩型矿床一般形成于挤压型俯冲带的原因。

#### 4.2 矿床模型探讨

在斑岩型矿床,矽卡岩型矿床和脉状矿床的组合中,如果以斑岩型矿床为主,可以统一称为斑岩型矿床,因此从江里沟矿床类型的总体情况来看,是以斑岩型矿床为主的成矿组合,而把矽卡岩型和裂隙型矿床作为组合中的次要部分,也就是把斑岩型矿床作为主要找矿目标。关于江里沟矿区为斑岩型矿床的实际情况,最明显的特征是矿床的地质分带性,可以从以下几个方面的实际现象来进行说明(图3)。首先是矿化的分带性特征,江里沟矿区具有多种矿化,如钨、铜、钼、铅、锌等,这些矿化表现为分带性,即处于中心位置的钨钼矿化,处于中间的钨铜矿化,在外围有铅锌矿化。中心的钨钼矿化是分布在岩体内部,钨铜矿化是分布在靠近岩体的地层围岩中,铅锌矿化则分布在距离岩体较远的地层中。其次是热液蚀变的分带,中心是云英岩化蚀变,外圈是矽卡岩蚀变和青盘岩化蚀变,少量的黄铁矿化蚀变。云英岩化蚀变主要分布在岩体中,硅化也是在中心位置分布的蚀变,只是较少出现,青盘岩化蚀变也是

在岩体中普遍分布的蚀变类型,一般在岩体与围岩地层靠近的位置分布,就是在云英岩化蚀变与地层之间分布,黄铁矿化蚀变出现在青盘岩化蚀变的外侧,矽卡岩化蚀变是分布在围岩地层中,属于矿区的外围地带。第三是成矿类型的分带,中心是浸染状矿化,中间是裂隙充填矿化,外圈是矽卡岩型矿化和裂隙充填矿化。岩体中分布裂隙充填的矿化,围绕岩体的地层中发育矽卡岩型矿化,裂隙充填矿化也出现在地层围岩中,浸染状矿化较少出现,其分布的位置在岩体中的局部地段。以上的分带性现象是具有对应关系的,处在岩体内部的钨钼矿化与云英岩化蚀变对应,与裂隙充填型矿化和浸染状矿化对应,青盘岩化蚀变一般与岩体中的裂隙充填矿化对应,与钨钼矿化对应,而在黄铁矿化蚀变分布的位置矿化发育较差,而围岩地层中的矿化是矽卡岩蚀变中的钨铜矿化,主要分布在凝灰岩中,在大理岩中有裂隙充填的铅锌矿化,为云英岩化和黄铁矿化蚀变。

江里沟矿区斑岩型钨钼矿的预测证据:江里沟矿区已经发现的矿化主要是矽卡岩型钨铜矿化和裂隙型钨钼矿化,现在还没有发现典型的斑岩型矿床,之所以提出存在斑岩型钨钼矿床的预测,是建立在对矿区一系列成矿现象的观察的基础上的,归纳起来有以下几个方面的证据:(1)江里沟矿区存在的成矿分带性特征是符合斑岩型矿床模型的,这些分带性特征比较全面,包括蚀变分带,矿化分带,构造分带,显示了斑岩型矿床的基本模型特征。(2)地表出露的花岗岩体不是成矿斑岩体,因为调查表明矽卡岩矿化并不是地表岩体的接触带型矿化,地表岩体不是矽卡岩矿床的成矿岩体,因此也不一定是斑岩成矿岩体,目前在岩体中的坑道勘探没有发现斑岩矿床不能说明没有斑岩成矿。(3)地表分布的矽卡岩矿床说明深部一定还存在成矿岩体,而且能够形成矽卡岩矿化的岩体不会有很大的距离。(4)地表花岗岩体中的裂隙矿化并不是斑岩型矿化,因为裂隙具有一致的产状,是成矿斑岩体的围岩中可能出现的断裂系统,同样反映在深部存在成矿斑岩体。(5)调查表明矿区存在一个成矿断裂系统,一是矽卡岩矿化是受断裂控制的与成矿岩体分离的矿化,二是矿区分布裂隙型矿化具有一致的产状,说明是有成因联系的断裂系统。(6)发现类似斑岩型矿化的岩枝,岩枝中出现浸染状钨钼矿化和

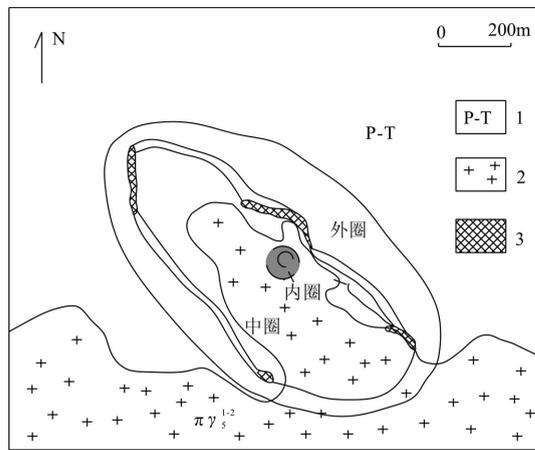


图3 江里沟矿区成矿蚀变分带性特征地质图

Fig.3 Characteristics of ore alteration zonation in the Jiangligou multi-metal deposit

1-二叠-三叠纪地层;2-花岗岩体;3-矿体;内圈-浸染状钨钼矿化,云英岩化蚀变,斑岩枝成矿;中圈-产于外围花岗岩中的裂隙充填成矿,钨钼矿化,青盘岩化和云英岩化蚀变;外圈-产在凝灰岩地层中的矽卡岩型钨铜矿化,矽卡岩蚀变和青盘岩化蚀变

1-Permian-Triassic strata;2-granite body;3-ore-bodies; Inner Circle-Disseminated tungsten and molybdenum mineralization of greisen alteration and porphyry mineralization branches; the middle circle-produced in the periphery of the fracture filling mineralization, granite, tungsten and molybdenum mineralization, and clouds of blue plate rocks of the British rock altered; the outer ring-skarn-type copper mineralization are grown in tuff formation of tungsten, skarn alteration of blue plate rocks

发育的云英岩蚀变,这可能是成矿斑岩体的直接表现,不过岩枝的规模小,延伸不稳定,但仍然是追索深部主斑岩型矿床的重要线索。

根据以上实际现象的归纳,预测矿区存在深部隐伏成矿斑岩体,现在矿区地表和浅部的矿化现象都是斑岩型矿床的上部成矿部分,是由深部隐伏斑岩型矿床引起的外围矿化,它们本身是矿床的一部分,同时也指示深部的成矿斑岩体的存在,共同组成完整的斑岩型矿床。

为此笔者建立江里沟矿区的斑岩型钨钼矿床的成矿地质模型(图4),隐伏斑岩体是成矿的主体,斑岩型矿床的主体分布在斑岩体中,发育浸染状和网脉状矿化,具有较大的规模,远大于现在地表的矿化规模,成为江里沟矿床的主体。隐伏斑岩体的顶部延伸出一些岩枝,是成矿斑岩体的一部分,具有斑岩型矿化的特征,这些岩枝的深度比斑岩矿床主体要浅很多,矿区的坑道中已经部分揭露了这些成矿斑

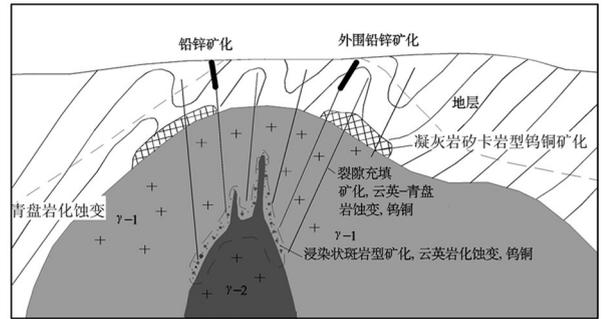


图4 江里沟矿区综合成矿模型图

Fig.4 Comprehensive metallogenetic model of the Jiangligou multi-metal deposit

γ-1-岗察岩体;γ-2-隐伏成矿斑岩体

γ-1-Gangcha granite; γ-2-concealed mineralization porphyry

岩枝,虽然其规模很小,但是显示了斑岩型矿化的存在,指示隐伏的成矿斑岩体。隐伏斑岩型矿床在其围岩中形成广泛的外围矿化,这是斑岩型矿床的特征之一,这些外围矿化表现了分带性外圈的成矿特征,即硅铝质岩石中的裂隙矿化和含钙质岩石中的矽卡岩矿化。由于成矿斑岩体之前矿区已经分布早期花岗岩基,即岗察岩体,成矿斑岩体是侵位在早期岩体之中,二者没有密切的成因关系,互相的接触形态并不规则。岗察岩体只是隐伏斑岩体的围岩,分布在岗察岩体中的矿化并不是斑岩型矿化的主体,而是外围矿化部分,是斑岩型成矿活动在围岩中形成的裂隙的矿化作用,而不是典型的浸染状和网脉状斑岩型矿化。外围矿化在遇到地层时表现了较为特殊的矿化现象,就是在基性凝灰质火山岩中形成了矽卡岩型矿化,但在大理岩中却完全不形成矽卡岩矿化,倒是可以形成断裂充填的矿化。在岗察花岗岩围岩中,和在地层围岩中形成的矿化还是属于分带性矿化的中间带,因此具有较好的矿化程度,是钨钼或钨铜的成矿组合,而在更远的成矿分带中是形成铅锌矿化,表明成矿温度降低。与成矿分带对应的是形成热液蚀变的分带,因为主要是在斑岩矿床的外带,所以以青盘岩化蚀变为主,但在矿区中部位置已经较多的出现云英岩化的蚀变,表现了蚀变具有分带性,还没有观察到明显的钾化蚀变。目前看来江里沟矿区的外围矿化不是很发育,则隐伏斑岩体内部的矿化可能更为发育,对于预测深部成矿是有利的。下步工作应施工一些物探工程验证斑岩体的存在。

## 5 结论

(1) 江里沟矿区处在西秦岭地块西段的北部,西秦岭处在南北板块的夹持下,其中南部板块的俯冲运动使西秦岭地质成矿活动具有岛弧性质。江里沟矿区与南部边界的距离大,表现为主弧到内弧的性质。西秦岭西段以三叠纪扩张盆地为主,对应昆仑洋的俯冲,而东昆仑地体的拼接和特提斯洋的俯冲形成后期的挤压造山运动。这两个时期是黄南州的成矿期,而江里沟矿区是在挤压期形成的成矿活动。

(2) 江里沟矿区的矿床成因类型是目前研究的重点之一,已经提出了矽卡岩型、斑岩型和裂隙型成矿的认识,江里沟矿区具有斑岩型成矿类型的最为明显的证据是分带性成矿的特点,表现出矿化的分带性,其次是热液蚀变的分带性,第三是成矿类型的分带,而且这些成矿分带性具有很好的对应关系,表现了统一矿床的一致性。江里沟矿区是属于斑岩型钨钼矿化,研究提出了多方面的证据说明深部可能存在斑岩型矿床,除了成矿分带性以外,调查表明地表和浅部岩体不是成矿岩体,而矿床处于上部成矿类型,说明应该存在深部隐伏的成矿岩体,同时也发现了局部出现岩枝状浸染状矿化,应该是斑岩型矿化的直接表现。在实际现象调查研究的基础上提出了江里沟矿区的成矿地质模型。

### [References]

Duan Yong-min, Zhu Yong-xin, Li Tong-guo, Yu Xiao-hong, Zhou Hui-wu. 2007. Discovery and geological significance of Daijiazhuang lead-zinc deposit in Gansu, west Qinling area[J]. *Geology and Exploration*, 43(1): 44-48 (in Chinese with English abstract)

Feng Yi-ming, Cao Xuan-duo, Zhang Er-peng, Hu Yun-xu, Pan Xiaoping, Yuan Jun-lu, Jia Qun-zi, Li Wen-ming. 2003. Tectonic evolution framework and nature of the West Qinling orogenic belt[J]. *Northwestern Geology*, 36(1): 1-10 (in Chinese with English abstract)

Gutscher M A, Maury R, Eissen J P. 2000. Can slab melting be caused by flat subduction[J]. *Geology*, 28: 535-538 (in Chinese with English abstract)

Li Huan, Xi Xiao-shang. 2010. The study of ore-forming conditions and ore-forming model on the gold mining areas in Hongdenggou, Dachadan, Qinghai province[J]. *Gansu Geology*, 19(1): 47-52 (in Chinese with English abstract)

Li Ming, Hu Qing-wen, Zhou Sheng-hua, Tian Pei-ren. 2009. The synsedimentary faultore-controlling problems in Neopaleozoic rift valleys in Xinjiang[J]. *Geology and Exploration*, 45(1): 30-35 (in

Chinese with English abstract)

Lu Yan-ming, Li Han-guang, Chen Yong-gan. 2006. Geological and geochemical features and origin of Zhaishang gold deposit in the Minxian county, Gansu[J]. *Geology and Exploration*, 42(4): 25-30 (in Chinese with English abstract)

Pearce J A, Peate D W. 1995. Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas[J]. *Annual Review of Earth Planetary Science*, 23: 251-285

Ren Ji-shun, Jiang Chun-fa, Zhang Zheng-kun, Qin De-yu. 1980. Tectonic structure and evolution in China[M]. Beijing: Science Press, 18-65 (in Chinese)

Rui Zong-yao, Hou Zeng-qian, Li Guang-ming. 2006. Subduction, collision, deep fracture, adakite and porphyry copper deposits[J]. *Geology and prospecting*, (1): 1-6 (in Chinese with English abstract)

S. M. Peacock, T. Rushmer, A. B. Thompson. 1994. Partial melting of subducting oceanic crust[J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 121: 227-244

Stern R J. 2002. Subduction zone[J]. *Reviews of Geophysics*, 40(4): 3-38

Thieblemont D, Stein G, Lescuyer J L. 1997. Gisements epithermaux et porphyriques: la connexion adakite[J]. *Earth Planet. Sci.*, 325: 103-109

Tatsumi Y, Eggins S. 1995. Subduction zone magmatism[J]. Oxford: Blackwell Science, 1-211

Yang Han-zhuang, Chen Shang-zhou. 2009. The interlayer-gliding structures and ore-control actions of Fankou lead zincmine in Guangdong Province[J]. *Geology and Exploration*, 42(1): 7-11 (in Chinese with English abstract)

Yang Heng-shu, Zhang Feng-ling, Yin Hong-fu. 1996. Evolution and metallogenesis of the west Qinling orogenic belt[J]. *ACTA Geologica Sichuan*, 16(1): 73-79 (in Chinese with English abstract)

Yang Wei-ran, Wang Hao. 1991. The Outline of China plate tectonics[J]. *Earth Science - Journal of China University of Geosciences*, (05): 505-513 (in Chinese with English abstract)

Yin Hong-fu, Peng Yuan-qiao. 1995. Evolution of the phanerozoic paleo-ocean of Qinling[J]. *Earth Science*, (06): 605-611 (in Chinese with English abstract)

Yin Hong-fu, Yang Feng-qing, Huang Qi-sheng. 1992. The triassic of Qinling mountains and neighboring areas[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press: 123-301 (in Chinese)

Zhang Guo-wei, Meng Ren-qin, Yu Zai-ping, Sun Yong, Zhou Ding-wu, Guo An-lin. 1996. Qinling orogenic process and its kinetic characteristics[J]. *Science in China (D Series)*, 26(3): 193-200 (in Chinese with English abstract)

Zhang Ke-xin, Zhu Yun-hai, Lin Qi-xiang, Kou Xiao-hu, Fan Guang-ming, Chen Fen-ning, Luo Gen-ning. 2007. Discovery of a mafic-ultramafic belt in the Rongwoxia area, Tongren, Qinghai, China[J]. *Geological Bulletin of China*, 26(6): 661-666 (in Chinese with English abstract)

Zhang Wei-ji, Meng Xun, Hu Min. 1994. Qilian-North Qinling orogenic

- belt occupies a place structural features and orogenic processes[M]. Xi'an:Northwest University Press;161-171 (in Chinese)
- Zhang Xin, Zhang Han-cheng, Zhang Bao-chen. 2008. Ponderation of mineral resources exploration in the western China; A case study from Qinghai province[J]. *Geology and prospecting*, 44(5): 37-42 (in Chinese with English abstract)
- Zhang Xue-ting. 2006. Study on the Tectonic Framework of Qinghai[D]. China University of Geosciences (Beijing) PhD thesis; 9-34 (in Chinese with English abstract)
- Zhai Yu-sheng, Lu Gu-xian. 2002. Structure power system transformation and mineralization[J]. *Earth journal*, 23(2): 97-102 (in Chinese with English abstract)
- Zhai Yu-sheng, Peng Run-min, Wang Jian-ping, Den Jun. 2003. Study on structure model of metallogenic series[J]. *Geological journal of china universities*, 9(4): 510-519 (in Chinese with English abstract)
- [附中文参考文献]
- 段永民, 朱永新, 李通国, 余晓红, 周会武. 2007. 甘肃西秦岭地区代家庄铅锌矿床的发现及意义[J]. *地质与勘探*, 43(1): 44-48
- 冯益民, 曹宣铎, 张二朋, 胡云绪, 潘晓萍, 杨军录, 贾群子, 李文明. 2003. 西秦岭造山带的演化、构造格局和性质[J]. *西北地质*, 36(1): 1-10
- 李欢, 奚小双. 2010. 青海省大柴旦红灯沟金矿区成矿条件与成矿模式研究[J]. *甘肃地质*, 19(1): 47-52
- 李明, 胡庆雯, 周圣华, 田培仁. 2009. 新疆晚古生代裂谷中同生断层的控矿问题[J]. *地质与勘探*, 45(1): 30-35
- 路彦明, 李汉光, 陈勇敢. 2006. 甘肃岷县寨上金矿地质地球化学特征及成因[J]. *地质与勘探*, 42(4): 25-31.
- 任纪舜, 姜春发, 张正坤, 秦德余. 1980. 中国大地构造及其演化[M]. 北京: 科学出版社; 18-65
- 芮宗瑶, 侯增谦, 李光明. 2006. 俯冲、碰撞、深断裂和埃达克岩与斑岩铜矿[J]. *地质与勘探*, (1): 1-6
- 殷鸿福, 彭元桥. 1995. 秦岭中生代古海洋演化[J]. *地球科学*, (06): 605-611
- 殷鸿福, 杨逢清, 黄其胜. 1992. 秦岭及邻区三叠系[M]. 武汉: 中国地质大学出版社; 123-301
- 杨汉壮, 陈尚周. 2009. 广东凡口铅锌矿层间滑动构造及其控矿作用[J]. *地质与勘探*, 42(1): 7-11
- 杨恒书, 张凤岭, 殷鸿福. 1996. 西秦岭造山带演化与成矿[J]. *四川地质学报*, 16(1): 73-79
- 杨巍然, 王豪. 1991. 中国板块构造概况[J]. *地球科学-中国地质大学学报*, (05): 505-513
- 张国伟, 孟庆任, 于在平, 孙勇, 周鼎武, 郭安林. 1996. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征[J]. *中国科学(D辑)*, 26(3): 193-200
- 张克信, 朱云海, 林启祥, 寇晓虎, 樊光明, 陈奋宁, 罗根明. 2007. 青海同仁县隆务峡地区首次发现镁铁质-超镁铁质岩带[J]. *地质通报*, 26(6): 661-667
- 张维吉, 孟宪恂, 胡健民. 1994. 祁连-北秦岭造山带接合部位构造特征与造山过程[M]. 西安: 西北大学出版社; 161-171
- 张信, 张汉成, 张宝琛. 2008. 对青海省矿产资源勘查的思考[J]. *地质与勘探*, 44(5): 37-42
- 张雪亭. 2006. 青海省大地构造格局研究[D]. 中国地质大学(北京)博士学位论文; 9-34
- 翟裕生, 吕古贤. 2002. 构造动力体制转换与成矿作用[J]. *地球学报*, 23(2): 97-102
- 翟裕生, 彭润民, 王建平, 邓军. 2003. 成矿系列的结构模型研究[J]. *高校地质学报*, 9(4): 510-519

## Geological Features and the Metallogenic Model of W-Cu polymetallic Deposit at Jiangligou in Tongren County, Qinghai Province

LI Huan<sup>1,2</sup>, XI Xiao-Shuang<sup>1,2</sup>, WU Cheng-ming<sup>1,2</sup>, ZHENG Yu<sup>1,2</sup>, QING De-cheng<sup>1</sup>

(1. *Institute of Geology, Central South University, Changsha 410083;*

2. *Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals, Ministry of Education, Changsha 410083*)

**Abstract:** The Jiangligou multi-metal deposit lies in the western part of the West Qinling Mountains, which was an island arc zone formed by the subduction of The South Ocean during Triassic time. The mining area consists of the main mining areas and several small mineralization points. The strata exposed are mainly the Longwuhe Group of Lower Triassic and Daguanshan Group of Lower Permian. Multi-metal mineralization is related to a multi-phase composite granite pluton emplacement, which lies in the south of the mining area. The main ore-forming elements in the main mining area are W and Cu, which are skarn-type mineralization, distributed in the country rock northwest of the granite pluton emplacement. At the same time, fissure mineralization, quartz vein-type mineralization and disseminated mineralization are all found in the pluton emplacement. The main mining area has the typical mineralization characteristics of zonation, which manifested in zonation of ore-forming elements, ore alteration and metallotectonic. Accordingly, a composite metallogenic model has been established for this deposit.

**Key words:** geological features, metallogenic model, multi-metal deposit, Jiangligou, West Qinling Mountains