

## 四川里伍铜矿找矿进展与启示

丁俊<sup>1</sup> 陈道前<sup>2</sup> 汪名杰<sup>1</sup> 冯孝良<sup>1</sup> 陈敏华<sup>1</sup> 姚鹏<sup>1</sup>

1. 中国地质调查局成都地质调查中心

2. 四川里伍铜业股份有限公司

### 一、引言

四川里伍铜矿位于四川甘孜藏族自治州九龙县（图 1），工作区位于川西高原东缘，大雪山脉的南端，属构造深切切割的中高山区。区内地势西高东低，西部工作区一带的高山海拔 4000-4500m 左右，东部雅砻江河谷地带海拔 1600m 左右，相对海拔高差 2000m，平均海拔近 3000m，地形陡峭。矿区地形复杂破碎，沟壑交叉纵横，到处断崖峭壁，通行极为困难，地质工作条件差。

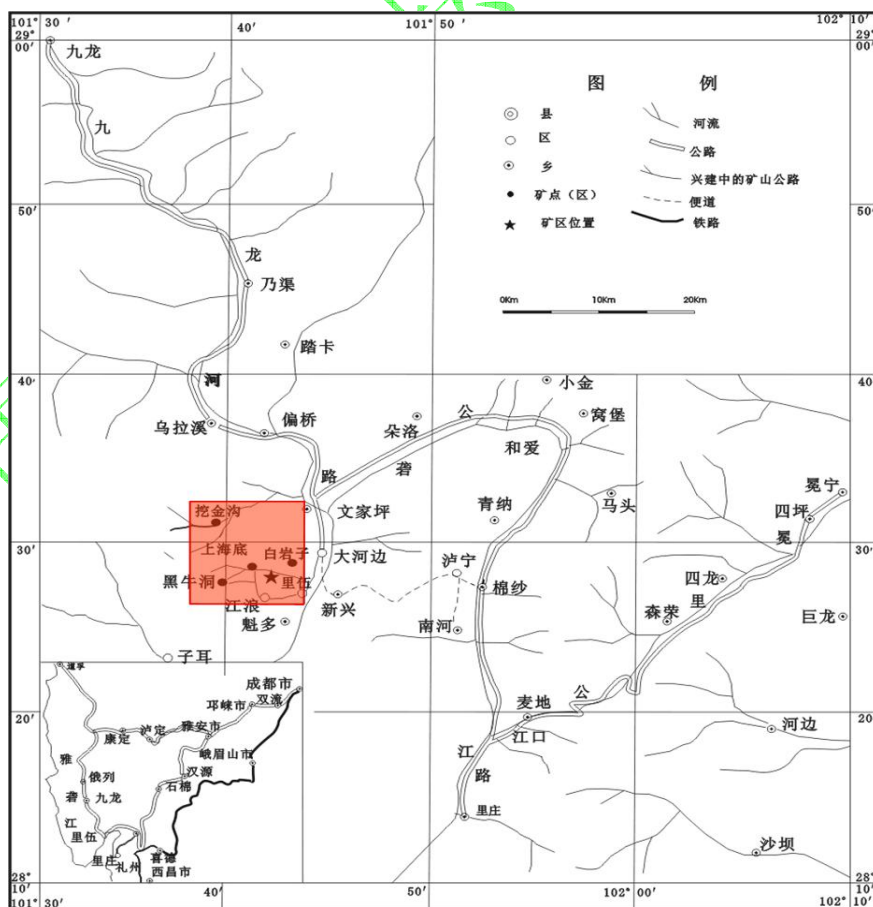


图 1 里伍交通位置图

矿区地处康-滇地轴西侧，松潘—甘孜造山带东南缘，北东向（木里—锦屏）弧形推覆构造带北西侧后缘<sup>[1][2]</sup>。从北向南推覆的木里—锦屏山弧形推覆构造带及其北西侧后缘拆离出露的一系列由变质核杂岩体所形成的穹隆链组成。从西向东依次分布有恰斯、瓦厂、长枪、江浪、踏卡、三亚等一系列轴向NNW-SN向的变质核杂岩。这些变质核杂岩体构造形成于燕山—喜山期的陆内汇聚阶段，部分变质核杂岩体中侵入有燕山期S-型花岗岩。本文所论述的里伍铜矿位于其中的江浪变质核杂岩体中（图2）。

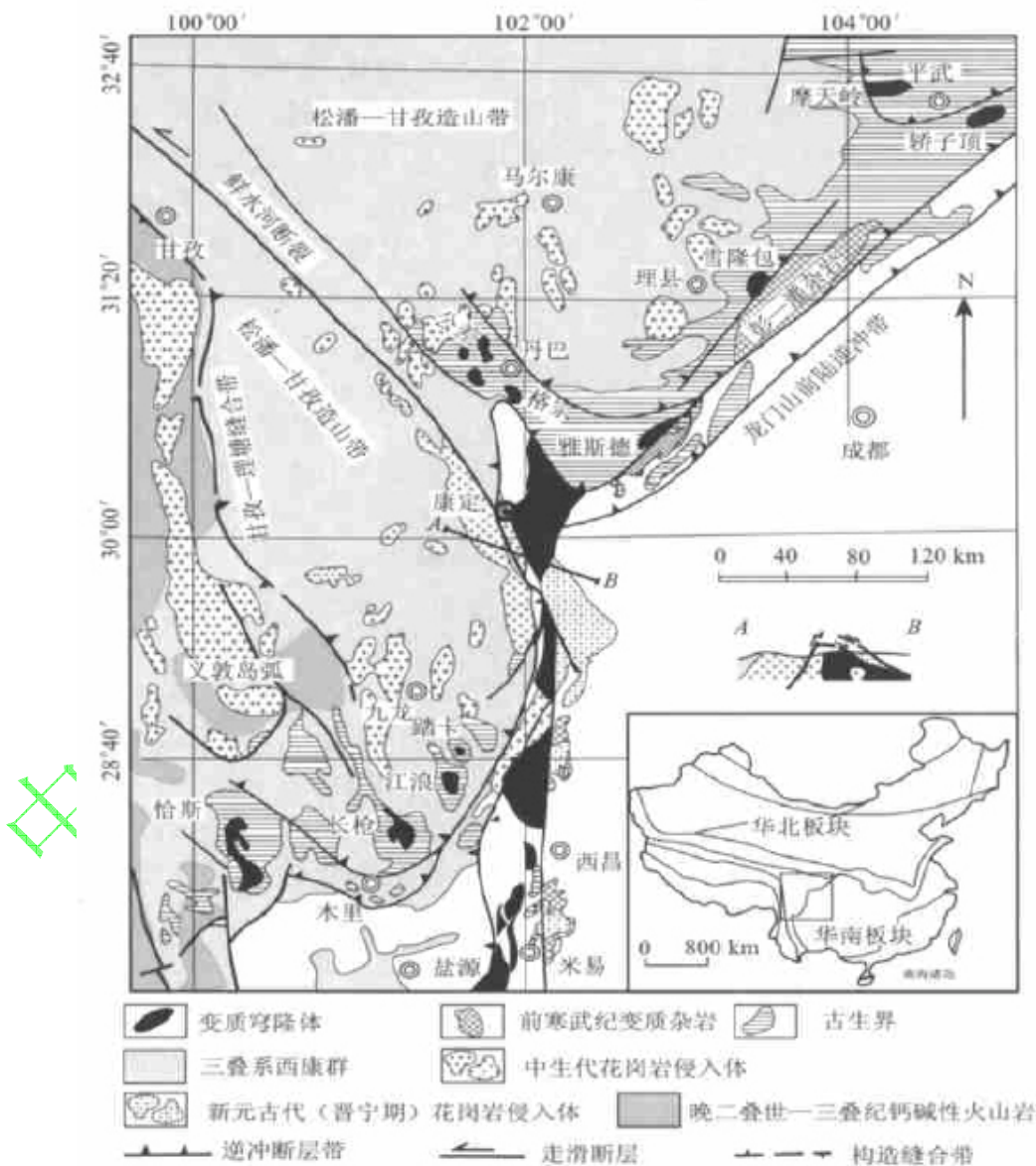


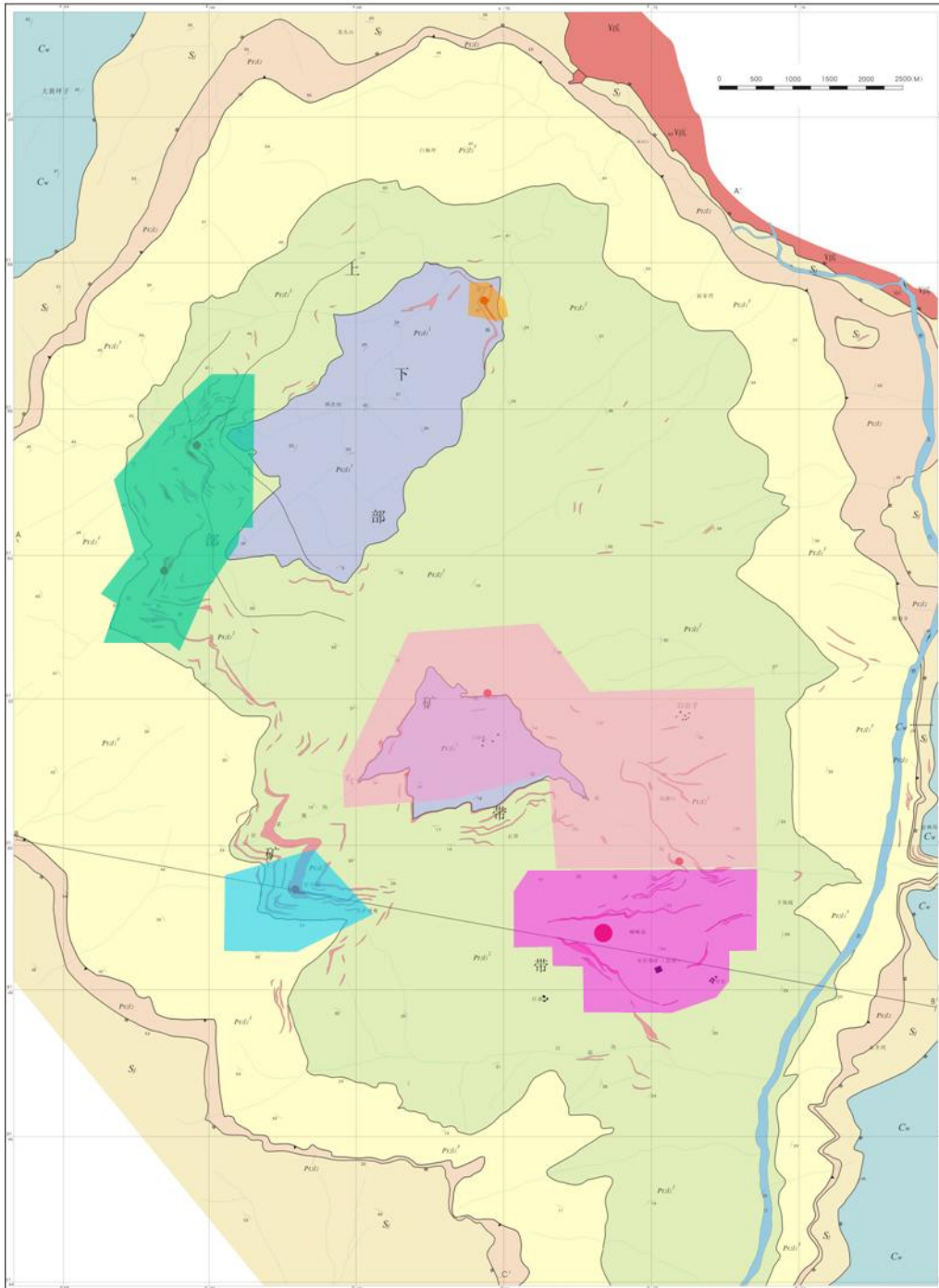
Fig.2 Regional geological map of western margin of Yangtze block showing the distribution of tectonic domes  
A - B 为横过康定杂岩的构造剖面

1965年9月—1976年12月，四川省地质局完成了对里伍矿床的详细勘探，提交铜金属储量26万余吨，伴生锌8万余吨，为里伍铜矿的建设奠定了基础。里伍矿山从1994年开始生产，2001年以来，经济效益连年翻番。2003年度，在全国105个重点工业行业1050家企业经济效益十佳排名中，里伍矿山在全国铜矿采、选行业列第三名，四川省有色金属采、选行业第一名。目前是甘孜藏族自治州第一利税大户。

## 二、地质与矿产特征简述

江浪变质核杂岩体与铜、铅锌、金多金属成矿关系密切。杂岩体内部主要分布有四个矿化集中区（图3），分别是里伍矿化集中区、黑牛洞矿化集中区、挖金沟-柏香林矿化集中区、上海底-白崖子矿化集中区。总体可称为江浪矿田。现简要介绍其地质与矿产特点。

四川九龙里伍式富铜矿分布图



中国

(一) 成矿地质背景:

1、地层特征: 江浪变质核杂岩体内, 出露地层从内向外、由老至新依次有中元古界<sup>[2]</sup>里伍岩群 (Pt<sub>2</sub>l)、下古生界志留系、石炭系。里伍岩群 (Pt<sub>2</sub>l) 构成核杂岩的主体, 是区内主要赋矿岩系。主要为一套低角闪岩相变质的陆源碎屑岩系, 间杂少量火山岩和基性侵入岩。岩性以云母片岩、云母石英片岩、片状石英岩为主, 夹斜长角闪岩及变基性岩。按岩性大体可分为上、下两个岩组, 四个构造地层岩带。

2、构造变形特征: 江浪变质核杂岩体走向NNW342°, 长度 17.5km, 宽 10km, 呈穹隆状。核部地层倾角较为平缓, 为 11°-30°, 东翼 20°-40°、西翼 20°-50°, 东西两翼基本对称。自下而上由三个体系构成: 分别是中元古界里伍岩群伸展拆离带系统, 古生代中间韧性流变褶皱层系统, 最上部为浅部构造层次纵弯曲变西康群板岩带<sup>[2]</sup>。里伍岩群伸展拆离带系统代表深部构造层次中多期、多体制变形变质改造后的扬子地台基底。在各体系之间以及各体系内部, 发育了一系列的顺层韧性剪切滑脱带, 其中以分割里伍岩群伸展拆离带系统与中部流变褶皱层的区域性韧性剪切滑脱带最具意义, 被称之为基底拆离滑脱带。江浪变质核杂岩体经多期构造变形, 岩石强烈变形, 多期面理、顺层掩卧紧闭褶皱、片内无根的钩状褶皱十分发育, 造成各类岩石岩性在纵横方向上变化急剧而复杂。S<sub>3</sub>片理对矿体定位有明显控制作用。

3、岩浆作用: 里伍岩群中段及志留系中夹有变质基性次火山岩和变质中碱性次火山岩, 呈条带状、透镜体产出, 常与变质基性火山岩相伴。穹隆北东翼有似斑状黑云母花岗岩体侵入, 面积 34km<sup>2</sup>, K-Ar 法测定年龄为 131±5Ma, 属晚燕山期。

## (二) 矿床及矿化主要特征

1、矿体形态: 矿体的产出受层间断裂、次级褶皱、岩层片理及岩性等综合因素控制, 矿体形态主要为似层状和透镜状, 严格受S<sub>3</sub>片理控制, 与S<sub>3</sub>片理大致谐和产出。矿体在垂向上平行重叠, 纵横向上互相超覆, 局部雁尾相衔组成串珠体。在矿体之间或矿体顶底板或矿体尖灭地带, 常有形态更为复杂的雁行排列的透镜群, 分枝复合现象十分常见。

2、矿石结构构造: 矿石构造主要有致密块状(包括角砾状)构造和浸染状(稠密浸染、中等浸染、星散浸染、条带网脉、团块浸染等)

构造; 矿石结构以他形晶粒结构为主, 常见的有自形一半自形晶粒结构、变晶结构、溶蚀结构、交代残余结构及固溶体分解结构等。

3、矿石矿物: 主要金属矿物有: 磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿。次要的有方铅矿、黄铁矿、钛铁矿、方黄铜矿; 主要的脉石矿物有: 石英、绢云母、白云母、黑云母、绿泥石、长石(斜长石、钾长石及微斜长石)。

4、矿体与热液蚀变的关系: 全区与顺层韧性剪切滑脱带相伴出现两层蚀变带, 大体平行 $S_3$ 片理呈似层状和不规则透镜状产出。矿化蚀变多表现为岩石不同程度的褪色, 常见的热液蚀变类型主要为黑云母化、绢(白)云母化、硅化, 次为绿泥石化、斜长石化、柘榴石化、电气石化及碳酸盐化等。蚀变作用经历了早期黑云母化、斜长石化, 中期电气石化、硅化到晚期绢云母化和绿泥石化的演变, 成矿与中晚期蚀变作用关系密切, 是重要的找矿标志。

### 三、找矿勘查历史及近期进展

里伍铜矿矿产勘查工作始于上世纪 50 年代, 经历了四个主要阶段: 1958 年 7 月—1960 年 8 月, 四川省地质局对里伍铜矿进行了初步普查, 肯定了矿床的工业价值。

1965 年 9 月—1976 年 12 月, 四川省地质局对本区开展全面勘查工作, 历经 10 年, 完成了对里伍矿床的详细勘探, 提交铜金属储量 26 万余吨, 伴生锌 8 万余吨, 并对挖金沟、上海底、笋叶林、黑牛洞等矿(化)点进行初步检查, 为里伍铜矿的建设奠定了基础<sup>[4]</sup>。

1989 年 5 月—1996 年 8 月, 四川省地质矿产局进一步开展了挖金沟、黑牛洞、柏香林等铜矿的普查, 提交了数千吨铜金属储量。1992 年—1995 年, 中国地质大学开展了扬子地台西缘江浪变质核杂岩及里

伍铜矿成矿模式研究工作，系统研究了江浪变质核杂岩，建立了成矿模式<sup>[2][5]</sup>。

从 2004 年开始，成都地质调查中心进入该区工作，首先在认识上取得以下突破：1、基本查明矿田有内、外两个矿带，分别位于里伍群里伍岩带的下部及中上部，环绕穹隆构造内拆离滑脱构造分布，目前已知矿床(点)均受其控制；2、矿体主要产在不同岩性层的界面上，呈似层状、透镜状产出，在纵横剖面上呈现多层矿体平行或交错叠置、集中成带的分布规律；3、矿体与蚀变带的关系密切，蚀变带为重要找矿标志，可通过地表蚀变带寻找深部的盲矿体。同一蚀变带内，在已知矿体上下和走向延伸方向应注意发现新矿体；4、由于矿体与围岩在物性上的明显差异，采用电法（主要为激电、充电）对矿体追索、连接对比较为有效，钻探为主要的探矿手段。并在黑牛洞矿化集中区开展了普查工作，经已经施工的 6000 余米钻探，已控制两条主要矿体，均呈半隐伏，矿体走向长接近 500 米，斜深大于 600 米，沿走向及倾向较为稳定，矿石类型主要为稠密浸染状一致密块状黄铜矿磁黄铁矿，矿体平均含铜 2.00% 左右，已获铜金属储量超过 15 万吨。在四川里伍铜业股份有限公司资金支持下，2007 年转入详查，预计施工 30000 万米钻探；近期在挖金沟-柏香林矿化集中区揭露和初步控制矿体四个，单个矿体地表延伸长度均大于 450 米，倾向延伸大于 70 米，厚 1-5 米，铜品位多为 1.0% 以上，显示了良好的找矿前景。在黑牛洞矿化集中区和挖金沟-柏香林矿化集中区具有实现新增铜储量 30 万吨的远景。

#### 四、主要启示

里伍铜矿是一个有较悠久勘查历史的地区，四年多的工作中，在实现新的找矿突破中，我们有以下几方面的认识和体会：

### 1、不断深化对成矿地质背景的认识

里伍铜矿各矿床（体）赋存和形成的特点是：赋矿围岩时代较老，矿体定位时代较新；矿体的定位与江浪变质核杂岩体中发育的顺层韧性剪切滑脱带关系密切；顺层韧性剪切滑脱带在变质核杂岩体内部分布广泛，可能出现新的矿化集中区；矿体定位过程中的热液作用在顺层韧性剪切滑脱带中形成了独特的蚀变作用，往往形成多个富集地段，这些地段是我们寻找矿体的关键部位。这些认识支撑了我们的研究思路和工程部署。

### 2、着力解决与找矿相关的关键地质问题

在上述基本思路的支持下，我们在勘查过程中，将查明区内地层分布特征、理定顺层韧性剪切滑脱带及其与其它构造的关系、查明地表矿化蚀变带与构造、地层、岩石之间的关系，查明控矿构造因素及矿化富集的构造条件，以及成矿后构造的破坏影响程度，成为我们需要解决的关键地质问题。工作的第一步，我们以识别矿化蚀变带为主要工作目标，并着力认识和区别矿化蚀变带与非矿化蚀变带。

### 3、坚持找矿与勘查工作的基本工作程序

在工作中，我们坚持由已知到未知，由点到面，点面结合，先地面后地下的原则。对已有的矿床（体）进行深入研究，找出其主要特征和产出的主要控制因素，以指导开展面上的工作。有针对性的开展地表地质调查，保质保量的做好每一项具体工作，及时开展各类综合研究工作。对重要问题适时开展讨论，不断修正工作方案和调整工作部署。

### 4、因地制宜使用有效的技术方法手段组合

整个工作区面积约 120km<sup>2</sup>，加之地形复杂破碎，沟壑交叉纵横，到处断崖峭壁，通行极为困难。因此，我们利用ETM+数据、Quickbird数据对岩性、构造、蚀变带进行综合解译；在重要地段开展大比例尺地质填图和剖面测制；在关键地段开展激电中梯、激电测深、瞬变电

磁测深及大功率充电剖面测量, 进而指导地表工程揭露和钻探工程布置。使各种工程手段能合理配合, 合理衔接和经济有效。

### 5、建立有效的找矿机制

我们将从对单一的矿床勘查评价转化为对成矿地质体的整体勘查评价, 以江浪变质核杂岩体作为一个统一找矿单元, 开拓了找矿空间, 拓宽了找矿视野, 激发了找矿的灵感。另外, 以江浪变质核杂岩体为整体找矿对象, 以实现里伍铜矿外围找矿突破为目标的工作, 与四川里伍铜业股份有限公司的提高经济效益和长期发展密切相关, 矿山企业在资金方面给予大力支持, 在工程施工方面给予强有力的配合, 也是实现找矿突破的一个重要因素。

#### 参考文献

1. 杜亚军, 田竞亚. 1996. 李伍铜矿床控矿构造地质特征及演化模式探讨[J]. 四川地质学报, 16 (3) : 213-218
2. 傅昭仁, 宋鸿林, 颜丹平. 1997. 扬子地台西缘江浪变质核杂岩结构及对成矿的控制[J]. 地质学报, 71 (2) : 113-122.
3. 宋铁和, 幸石川. 1990. 李伍铜矿床成因探讨[J]. 西南矿产地质, 4 (4) : 1-4.
4. 姚家栋. 1990. 试论李伍铜矿床成因[J]. 四川地质学报, 10 (4) : 251-258.
5. 颜丹平, 宋鸿林, 傅昭仁. 1994. 四川省九龙县江浪穹隆的变形变质作用与李伍铜矿控矿构造模式[J]. 矿床地质, 13 (增刊) : 120-121.
6. 颜丹平, 宋鸿林, 傅昭仁. 1997. 扬子地台西缘江浪变质核杂岩的出露地壳剖面构造地层柱[J]. 现代地质, 1 (3) : 290-297.