

# 攀西钒钛磁铁矿床深部找矿疑难问题研究进展

刘严松<sup>1,2)</sup>, 何政伟<sup>1,2)</sup>, 李浩然<sup>2)</sup>, 胡毅<sup>3)</sup>, 曹发生<sup>2)</sup>, 张晓荔<sup>2)</sup>

1) 国土资源部构造矿产成藏重点实验室(成都理工大学), 成都 610059; 2) 成都理工大学, 成都, 610059;  
3) 四川省地质矿产勘查开发局 106 地质队, 成都, 611130

攀枝花-西昌地区大地构造位置处于扬子地台西南缘的攀西古裂谷中南段(马玉孝等, 2001、2003), 地质背景复杂, 构造-岩浆活动频繁, 成矿类型丰富, 其中尤以 V-Ti 磁铁矿床最为著名, 区内发育太和、白马、红格、攀枝花等多处大型-超大型“攀枝花式”V-Ti 磁铁矿床(从柏林等, 1988; 何政伟等, 2014<sup>①</sup>)。对于区内 V-Ti 磁铁矿床的地质特征前人做过大量研究, 对各矿床的地质特征及成矿规律有了较为深入的认识(李永生, 2012)。但随着矿产的开采以及深部找矿工作的进行, 深部找矿面临着“有没有找矿潜力、哪里有找矿潜力以及如何去找矿”等一系列的找矿疑难问题。本文依托攀西地区钒钛磁铁矿的整装勘查新成果, 梳理、总结和探讨勘查工作中的疑难问题及其进展, 以期为区内深部找矿工作提供理论支持。

## 1 找矿潜力的疑难问题及研究进展

进行攀西地区的深部找矿, 首先需要回答的就是找矿潜力, 是否具有第二找矿空间, 找矿潜力如何等问题。

攀西地区自 1936 年常隆庆首次发现攀枝花铁矿后, 先后有数十家勘查单位和科研院所所在区内开展了地质调查工作, 区内正式的勘查工作始于 20 世纪 50 年代, 经过五十多年的勘查工作, 在攀西地区共发现大型矿床 8 处, 中型矿床 6 处, 小型及矿点近三十处, 共查明各类各级铁矿石资源 100 亿吨, 形成了攀枝花、红格、白马、太和四个钒钛磁铁矿矿田。

但随着资源开发程度加深, 部分矿山浅部已探明资源面临开采殆尽的危机。由于原有勘探深度大

多集中在 500m 深度内(即第一找矿空间), 因此, 随着勘探技术的进步, 区内逐渐将勘探目标瞄准深部及外围隐伏矿体。自 2009 年开始, 先后在攀枝花、红格、白马、太和四个钒钛磁铁矿矿田开展了 19 个勘查项目, 勘探深度集中在 1000-1500m, 个别钻孔深度可达 2000m。勘探工作共新增 333 及以上铁矿石资源储量 64.17 亿吨, 新增 334 资源量 14.36 亿吨, 新增 333 及以上钛矿资源储量 4.51 亿吨, 新增 334 资源量 0.32 亿吨, 新增 333 及以上钒资源储量 575.4 万吨, 新增 334 资源量 91.6 万吨。另外, 新发现了务本、黑谷田、飞机湾、蜂子岩、大象坪、白沙坡、一碗水 7 个大中型矿产地, 区内若干矿点、矿化点和航磁、地磁异常也显示出寻找隐伏钒钛磁铁矿矿床的潜力。

研究区具有岩浆过程复杂性和成矿特征差异性的特征, 这种差异性一方面表现为研究区基性-超基性岩体的成矿特征不同于国外同类型的岩体的成矿特征, 另一方面表现为区内不同基性-超基性岩体的成矿特征也有差异性。

具体而言, 在与国外相似类型火成岩成矿特征方面, 攀西地区的基性-超基性岩体明显不同于世界上典型的含磁铁矿似层状岩体的成矿特征, 国外相似类型的岩体(如格陵兰的 Skaergard 侵入体和南非的 Bushveld 杂岩体)中的磁铁矿矿层多位于岩体上部的辉长岩中, 而攀西地区的 V-Ti 磁铁矿主矿体赋存在岩体下部的辉长岩中, 这表明攀西地区的基性-超基性岩体的成岩、成矿机制不同于国外的典型层状-似层状岩体(胡素芳等, 2001; 宋谢炎等, 1994)。事实上, 通过近年红格及务本的整装勘查工作及综合研究认为, 研究区部分基性-超基性岩体

注: 本文受中国地质调查局地质调查工作项目“四川攀枝花深部找矿疑难问题研究(1212011220867)”资助。

收稿日期: 2015-03-01; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 黄敏。

第一作者简介: 刘严松, 男, 讲师, 现主要从事矿物学、岩石学、矿床学等方面的研究与教学工作。E-mail: aptliu@foxmail.com。

并非未典型的层状岩体，而是具有岩盆的产状特征（李佑国等，2013）。综合对比研究务本与攀枝花矿区含矿辉长岩体的地质特征、岩石地球化学等特征指出，攀枝花含矿辉长岩体与务本含矿辉长岩体为同期同源的产物，于晚二叠世侵入震旦系灯影组

白云质灰岩的层间裂隙中（图 1），两者受攀枝花深大断裂控制而分布于断裂两侧，在空间上展示为受断裂破坏的岩盆，勘查结果显示务本岩体找矿潜力较攀枝花岩体大（何政伟等，2014<sup>①</sup>）。



图 1 攀枝花岩体与白云质灰岩接触带（左）及接触带附近的流动构造（右）

同时，峨眉山大火成岩省（ELPS）的同位素年龄范围较宽（251-263Ma），与其时代相近的西伯利亚大火成岩省相比（宋谢炎等，2001），研究区发育有以攀枝花为代表的世界级钒钛磁铁矿床，并分布有力马河铜镍硫化物矿床，而西伯利亚火成岩省则产出世界级的铜镍硫化物-铂族元素矿床（夏林圻等，2012）。那么峨眉山火成岩省是否也有发现超大型铜镍硫化物-铂族元素矿床的潜力？研究区的硫化物去哪里了？基于上述疑难问题，通过分析研究区基性-超基性岩体的岩石学、岩石地球化学及成矿特征方面的差异性，认为区内与基性-超基性岩体相关的钒钛磁铁矿床与铜镍硫化物矿床具有成因上的联系（胡素芳等，2001），研究区内与不同成矿系列相关的似层状基性-超基性岩体为同一物源物质经历不同演化过程的产物，具有幔-枝构造的成矿特征。近年来在红格矿田北部白草矿区的采矿平台发现有厚约 1-2m 的块状硫化物矿脉（Ni 0.72%-0.90%，Cu 0.10%）贯入玄武岩中，显示基性岩浆演化已经导致铜镍硫化物熔体的分离，而是什么因素导致的这种演化差异则有待于进一步研究（李佑国等，2013）。

## 2 矿田构造的疑难问题及研究进展

随着矿山的开采以及勘探工作的深入，对于深部隐伏矿体的认识程度不断加深。由于攀西地区构造活动强烈，区内含钒钛磁铁矿的基性-超基性含矿岩体均不同程度的受到断裂构造的影响。一般认

为，南北向延深的康滇地轴隆起带具有一级控岩控矿特征；南北向的边缘深大断裂具有二级控矿作用，其将区内的含矿基性-超基性岩体划分为东西两支。东支的基性-超基性岩体分布在安宁河、昔格达-元谋断裂挟持的狭窄地带内，呈南北向带状分布，单个岩体呈南北展布，西支沿北东向攀枝花断裂呈北东向展布。火成岩事件主期之后发育的近南北向（含北东、北西向）断裂以及部分东西向断裂对矿体具有三级控制作用，从而在各矿区形成“阶梯状或棋盘状”构造格架。由于先前勘探工作对区内构造，尤其是三级控矿构造的认识不足，部分钻孔勘探效果受到限制。如红格矿区最新勘探成果显示，原认为在 F1 断层西盘不存在钒钛磁铁矿矿体，而新的钻孔证实 F1 西盘存在与红格主矿区岩相带相似、规模相当的赋矿岩盆，但其埋深较大，并显示出红格岩体的产状为断裂构造破坏的岩盆，在紧邻攀枝花岩体本东以及白马岩体的南西也显示出类似特征。

## 3 找矿方法的疑难问题及研究进展

在矿床成因及控矿规律认识基础上，需要对研究区钒钛磁铁矿的找矿方法进行总结，解决深部矿体的识别和定位问题。攀西地区的钒钛磁铁矿从发现至今已有近 80 年的历史，先后经过了地质调查发现露头、到磁异常圈定异常，深部勘探等过程，基于地质原理进行磁法勘探无疑是比较有效的找矿方法。然而，由于磁法工作方法本身具有多解性，

工作区内干扰因素较多,深部地质特征认识有限等因素影响而使磁法勘探效果受到限制。如在红格矿区北部部分依据物探异常实施的钻探找矿效果较差,攀枝花矿区西北部存在大面积正磁异常也需要结合已有深部勘查成果及不同地质背景、矿床类型、地貌景观、人为干扰等具体情况进行综合分析。

另外,从研究区发现矿床并进行勘探至今,不同的勘探单位使用的找矿技术方法对不同岩性地质体的找矿效果需进行总结。通过收集大比例尺磁测数据,采集物性标本参数,对磁异常与地质异常相关性问题进行初步分析认为,研究区内不论是正异常、负异常还是正负异常伴生,只要磁异常强度足够大且异常范围相对较大,就能对钒钛磁铁矿有相关的反映。区内的磁异常主要由辉长岩和玄武岩强磁性岩体引起,围岩地磁性高,干扰因素大。利用上延拓,可以将浅部的小而强的磁性干扰分离开。强磁异常梯度带能够准确的确定钒钛磁铁矿位置及走向,异常轮廓可以大致反映岩体的轮廓,小岩体与磁异常位置多发生偏移,钻孔验证应注意,物探解译需要辅助地质背景认识。

## 注 释 / Notes

- ①何政伟,刘严松.2014.攀枝花深部找矿疑难问题研究,成都理工大学,未刊资料。

## 参 考 文 献 / References

- 从柏林,主编.1988.攀西古裂谷的形成与演化.北京:科学出版社.
- 胡素芳,周新华.2001.镁铁-超镁铁层状侵入体研究现状[J].矿物岩石地球化学通报,20(1):52~57.
- 胡素芳,钟宏,刘秉光等.2001.攀西地区红格层状岩体的地球化学特征[J].地球化学 30(2):131~139.
- 李佑国,许家斌,张月姣等.2013.红格矿床地质地球化学特征与岩浆演化,矿物学报, 2013 (增):107~108.
- 李永生.2012.峨眉山大火成岩省岩浆作用过程的定量模拟.导师:张招崇.中国地质大学(北京) 博士论文,1~153.
- 马玉孝,刘家铎,王洪峰等.2001.攀枝花地质.成都:四川科学技术出版社.
- 马玉孝,王大可,纪相田等.2003.川西攀枝花-西昌地区结晶基底的划分.地质通,22(9):688~694.
- 宋谢炎,马润则,王玉兰等.1994.攀枝花层状侵入体韵律层理及岩浆演化特征.矿物岩石,14(4):37~45.
- 宋谢炎,侯增谦,曹志敏等.2001.峨眉大火成岩省的岩石地球化学特征与时限.地质学报,75(4):498~506.
- 夏林圻,徐家义,李向明等.2012.亚洲 3 个大火成岩省(峨眉山、西伯利亚、德干) 对比研究.西北地质,45(2): 1~26.