

地质·矿床

# 滇-黔相邻地区峨眉山玄武岩型自然铜-辉铜矿矿床的成矿规律及成矿前景分析

张乾<sup>1</sup>, 王大鹏<sup>1,2</sup>, 范良伍<sup>1,2</sup>, 朱笑青<sup>1</sup>, 张正伟<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所, 矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要** 滇-黔相邻地区鲁甸-威宁一带产于峨眉山玄武岩中的自然铜矿床(点)经过几十年尤其是近 5 年来的研究, 在成矿理论方面取得了重要进展, 但在找矿勘探方面一直难以突破。文章重点讨论了与成矿规律和成矿远景有关的一些地质和地球化学问题, 认为矿化受夹层和断裂双重控制, 发现许多地质和地球化学特征不支持火山-岩浆热液成矿, 成矿以后期热液作用为主。与基伟诺型矿床相比, 有限的玄武岩体积、陆相地表喷发等因素对形成大矿是不利的, 而峨眉山玄武岩分布区内玄武岩厚度巨大、构造应力集中、深部存在隐伏岩浆侵入活动三位一体的地区有可能找到中型规模以上的矿床。

**关键词** 峨眉山玄武岩 自然铜-辉铜矿矿床(点) 成矿规律 成矿远景 滇-黔相邻地区

**[中图分类号]** P618.41; P612 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 10495-5331(2008)02-0008-06

早在 20 世纪 40 年代, 冯景兰 (1940)、彭琪瑞 (1940)、Fong (1947) 就对滇-黔相邻地区产于峨眉山玄武岩中的自然铜矿化进行了研究<sup>[1-3]</sup>; 郭文魁等 (1978) 认为峨眉山玄武岩中的铜矿化具有找矿潜力<sup>[4]</sup>; 贵州省地质局 (1987)<sup>[5]</sup>、云南省地质局 (1990)<sup>[6]</sup> 和四川省地质局 (1989)<sup>[7]</sup> 认为, 峨眉山玄武岩中的自然铜矿化呈“鸡窝”状和不成层分布, 不具备工业勘查价值; 朱炳泉等 (2002a, b)<sup>[8-9]</sup> 发现了层控型自然铜、黑铜矿矿化, 被定名为似基伟诺 (Keweenaw-like) 型铜矿床; 张正伟等 (2003)<sup>[10]</sup> 在峨眉山玄武岩上部发现了黄铜矿化, 显示出很好的找矿前景; 毛景文等 (2003)<sup>[11]</sup> 利用碳氧同位素研究了自然铜矿床的成矿过程; 李厚民等 (2004)<sup>[12]</sup> 认为, 玄武岩型自然铜矿床的成矿物质来源于上地壳, 成矿与盆地流体的对流循环及从玄武岩中淬取成矿物质有关, 矿床为后生成因; 朱炳泉等 (2005)<sup>[13]</sup> 研究发现, 该类矿床存在两期成矿作用, 浊沸石的 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 坪年龄和等时线年龄为 226~228Ma, 代表第一次蚀变和成矿时代, 片沸石的 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 和矿石 U-Th-Pb 等时线年龄为 134Ma, 代表第二次成矿作用。前者比玄武岩的形成时代 (259~260Ma<sup>[14,15]</sup>) 晚约 31~34Ma, 后者晚 126Ma。相对

于玄武岩的喷发, 无论哪一期成矿都是后来发生的, 这也排除了火山热液直接成矿的可能。经过数十年的研究和勘查, 虽然取得了许多认识, 但矿床勘查方面始终没有取得大的突破, 区内数十个矿床(点)中, 最大者仅达到小型规模。文章从成矿地质背景、矿床地球化学出发, 对成矿规律及成矿前景方面的一些问题提出新的看法。

## 1 滇-黔相邻地区玄武岩型铜矿床(化)地质背景

分布于鲁甸-威宁一带的自然铜-辉铜矿矿床(点)多达数十处, 一些较为重要的矿床(点)如图 1 所示。与该区产于侵入相中的铜-镍硫化物矿床不同<sup>[16-17]</sup>, 这些自然铜-辉铜矿矿床(点)都产于数个玄武岩喷发间歇期形成的凝灰岩、凝灰质熔岩、凝灰质沉积岩、碳-泥质-砂质沉积岩夹层中。夹层厚度一般在 5~15m 之间, 矿化厚度一般小于夹层厚度, 有时与夹层相邻的气孔状熔岩也存在矿化。矿化体长度不等, 长度一般在数十米至 300 米之间, 铜的矿化不均匀, 品位变化较大。铜的主要矿物有自然铜、辉铜矿, 云南境内的矿床中黑铜矿、赤铜矿较多, 贵州境内的矿床中辉铜矿较多。自然铜呈粒

[收稿日期] 2007-01-30; [修订日期] 2007-05-18。

[基金项目] 中国科学院重要方向项目 (编号: KZCX2-YW-111 KZCX3-SW-125) 和国家 937 项目 (编号: 2007CB411408) 资助。

[第一作者简介] 张乾 (1955 年—), 男, 1981 年毕业于成都理工大学, 获学士学位, 研究员, 现主要从事矿床地球化学研究工作。

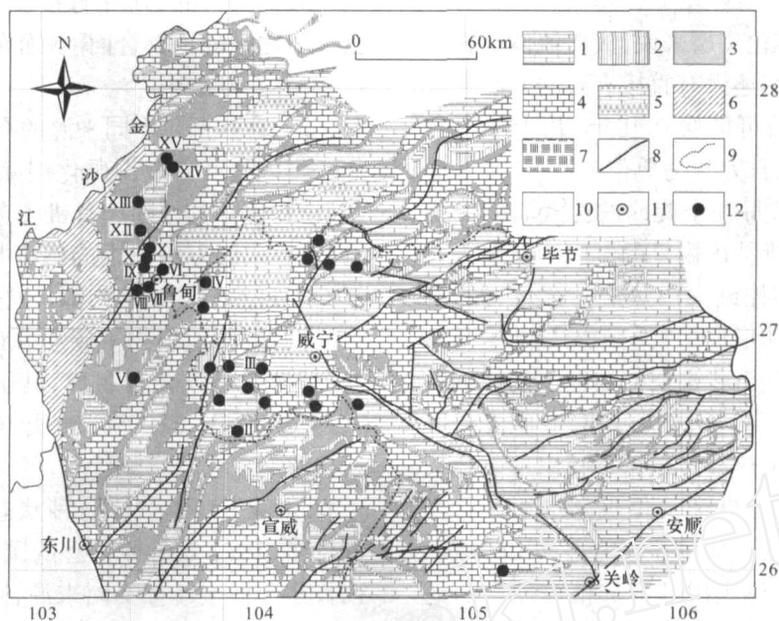


图 1 滇 - 黔相邻地区地质略图及部分玄武岩型自然铜 - 辉铜矿矿床分布图 (底图据文献 [18])

1—三叠系飞仙关组灰岩; 2—上二叠统宣威组砂岩和泥岩; 3—峨眉山玄武岩; 4—下二叠统栖霞组和茅口组灰岩; 5—泥盆系和石炭系灰岩; 6—下古生界页岩和砂岩; 7—中元古界变质岩; 8—断层; 9—地质界线; 10—省界; 11—城镇和居民点; 12—铜矿床 (点) (图中编号): —铜厂河; —发财冲; —张四沟; —黑山坡; —杨家村; —大地; —闹鹰岩; —铜厂沟; —汪家沟; —龙井沟; —苏家箐; —苏甲; —伍德; —茂林; —茂林北

状、片状及不规则状,有时沿裂隙分布,有时与沥青、方解石共生。辉铜矿常呈不规则粒状,有时沿植物树杆残块形成团块状集合体,另外在有些矿床中有少量黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿等,地表常见孔雀石、铜兰等次生矿物,脉石矿物除夹层和玄武岩组份外,还存在热液阶段的方解石、石英等。最常见的热液蚀变有沸石化、硅化、碳酸盐化,一些矿床中有透闪石化、阳起石化,尤其是广泛发育的沸石化,即使在无明显铜矿化的地段也能显示铜、铂族元素的异常<sup>[19]</sup>。

这些赋矿夹层中存在的大量碳质、硅化木、植物碎片、树杆残块等化石及很小的夹层厚度表明,夹层本身是在地表暴露于大气的环境中形成的。也就是说,每个夹层所代表的玄武岩都是直接喷出地表,其后生长出各种植物,下一次火山喷发又被掩埋。

水下喷发与地表喷发对于岩浆 - 火山热液直接成矿来说,是完全不同的两种环境。可以设想,直接喷出地表的火山气,多半会进入大气或暴露在空气中。在没有盖层 (包括水体) 的情况下,火山热液喷出地表也将迅速冷却,很难在地表长时间地保持还原状态。只有在近地表的火山口机构中,火山热液

才有可能成矿。研究东南沿海陆相火山岩中的铅锌硫化物矿床发现,似层状、透镜状矿体,都夹持于连续喷发形成的火山岩的某个部位,矿体所在部位并不存在大的火山喷发停顿,而那些脉状矿体是由断裂构造控制的。

夹层控矿的另一种可能是,夹层形成后的下一次玄武岩喷发带来的成矿流体在该夹层内成矿。一般来说,火山气液的喷发在熔浆喷出之前就已开始。在这种情况下,喷出的含矿流体自然就与已存在的夹层接触,被随后大规模喷出的熔岩所覆盖,有可能长时间地保持自然铜等矿物结晶的温压条件。鲁甸一小寨向斜位于火山口附近,成矿温度达到 300 ~ 400,存在阳起石、透闪石等高温蚀变的那些矿床 (点) 的形成很可能存在这种情况<sup>[20]</sup>。朱炳泉等 (2005)<sup>[13]</sup> 得出鲁甸一带某些矿床早期成矿时代为 226 ~ 228Ma,这一年龄比玄武岩年龄 (259 ~ 260Ma) 晚约 31 ~ 34Ma,相当于中、晚三叠世的界限。暴露于地表的火山热液不可能在这么长的时间后还能保持 300 ~ 400 的温度。如果火山热液喷出后能被熔岩快速覆盖,这个年龄差是可能的,许多其它火山热液矿床的成矿年龄与主岩年龄也存在

10 ~ 30Ma的时差<sup>[21]</sup>。

然而,对于某个矿化夹层来说,成矿流体是否来自下一个火山喷发旋回还没有直接有效的方法来确定,一个火山喷发旋回可能会在几年、几十年内完成,而同位素年代学以百万年为单位。

另外一个问题是,每一个旋回的玄武岩喷发当时具体的地形也是很难精确恢复的。因为对地表火山喷发来说,地形能够控制火山热液甚至熔岩的流向和分布。根据间歇期形成的夹层中大量陆生植物的生长发育情况及有些沉积夹层在横向上延伸不远即被凝灰质夹层取代等特征判断,当时地形极有可能是凹凸不平的。火山热液甚至熔岩喷出地表后只能汇聚于低洼部位,这些低洼部位也是沉积夹层存在的地方。只有这些低洼部位才可能是火山热液汇聚成矿的有利部位,而像黑山坡那样植被发育的地方,火山-岩浆热液要保存 30Ma是很困难的。

## 2 诸多证据不支持同期火山热液成矿

在滇-黔相邻地区的鲁甸-威宁一带,一个小旋回形成的玄武岩厚度在几米至几十米,在这种情况下,冷却速度是很快的,即使有热液存在,300 ~ 400 的温度也不可能保持 30Ma 年然后再成矿。事实上,还有更多的证据表明自然铜-辉铜矿矿化主要是后期发生的。

1) 夹层和断裂共同控矿:鲁甸威宁一带的玄武岩型铜矿化表面上是受层位控制的,实际上断裂在成矿流体的运移中起着重要作用。在野外,经常可以看到蚀变沿断裂分布,这种存在蚀变的断裂可以穿过不同层位直接与矿化层相通。如图 2 所示,地表的矿化露头往两侧延伸不远,凝灰质层同样存在,但矿化消失,这种现象在一些已有钻孔验证的矿点是常见的。一种解释是,流体沿断裂上升,遇到疏松多孔、富有机质的夹层后向两侧渗透矿化。

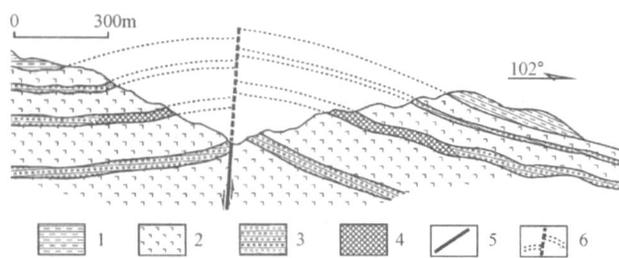


图 2 矿化层位与断裂构造关系示意图

1—宣威组沉积岩;2—块状玄武岩;3—凝灰岩夹层;4—矿化层位;5—断裂;6—已剥蚀部分

在关岭一带,矿化直接发生于下伏的茅口组与玄武岩之间的不整合面上,而在盘县地区,矿化直接产于裂隙、断裂中<sup>[22]</sup>。

2) 自然铜与不同来源的有机质共生:鲁甸-威宁一带的玄武岩型铜矿化层除有大量的碳质、硅化木、植物碎片等原地型有机质存在外,还存在大量沥青,热液成因方解石中的碳也是有机来源,沥青、方解石与自然铜等铜矿物都是共生关系。

沥青、原地植物-碳质-硅化木和方解石具有 3 种不同的碳同位素组成,其中方解石的  $^{13}\text{C}$  值为  $-13.5\text{‰} \sim -22.7\text{‰}$ ,碳质、硅化木的  $^{13}\text{C}$  值为  $-19.3\text{‰} \sim -22.8\text{‰}$ ,沥青的  $^{13}\text{C}$  值为  $-23.9\text{‰} \sim -32.3\text{‰}$ (图 3)。三种状态的碳具有不同的碳同位素组成; 3 种状态的碳都属于有机碳; 可以肯定 3 种碳具有不同来源,除碳质、硅化木、植物碎片的碳为原地植物碳外,推测沥青可能与古油藏有关,方解石中碳的来源既可以由流体直接带来,也可能来自沥青或碳质的分馏。那么,有机碳与自然铜等共生就无法用火山-岩浆热液来解释。

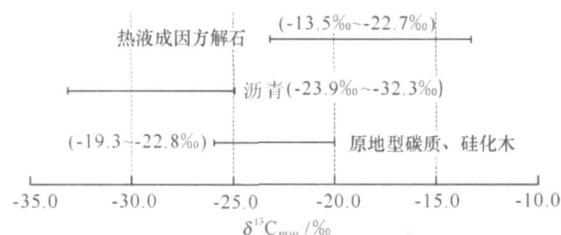


图 3 玄武岩型铜矿化的碳同位素组成(数据来源于本文及文献[12])

3) 辉铜矿、黄铁矿的硫为生物分解成因:铜厂河、黑山坡、发财冲、大坡脚、闹鹰岩等矿床(点)辉铜矿、黄铁矿的  $^{34}\text{S}$  值为  $-6.1\text{‰} \sim -35.1\text{‰}$ ,最大的可能是生物(有机质)分解造成的。根据该地区地质演化分析,硫的这种有机分解作用最大的可能有 3 种:古油藏作用的结果;矿化层位的有机分解;区域煤层的有机分解。无论哪种可能,都与火山-岩浆作用无关。

4) 尽管一些矿化发生于 300 ~ 350 的高温条件,但大多数矿化发生于低于 200 的低温条件,并且明显含有大气降水成分。据 Zhu et al. (2003)<sup>[20]</sup>,鲁甸一带自然铜-氧化铜组合的矿化最高温度达 400 左右,而对威宁境内一些矿床(点)热液成因矿物(石英、方解石)中流体包裹体均一温度的测定结果为 151 ~ 201。引起矿化的成矿流体的 H-O 同位素组成显示出大气降水的参与,

并且威宁一带的矿化比鲁甸一带的矿化,大气降水的参与程度更高(图 4)。这似乎说明成矿流体并非直接来自火山 - 岩浆分异。

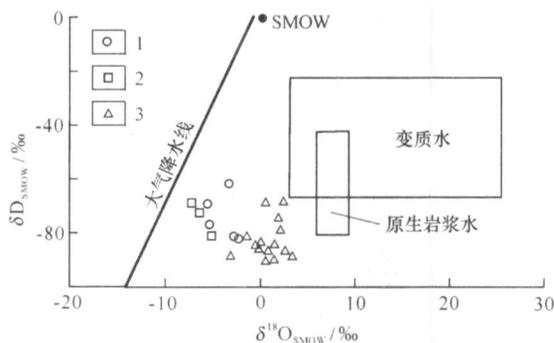


图 4 玄武岩型铜矿化的 H - O 同位素组成 (数据来源于本文及文献 [12])

1—铜厂河;2—发财冲;3—鲁甸地区

5) 通过大区域内各种地质单元的铅同位素组成对比(图 5),完全可以排除三叠系、下二叠统、石炭系、寒武系及前寒武系岩石为自然铜矿化提供铅的可能,矿石与玄武岩铅同位素组成的一致性表明矿石铅来自玄武岩的淋滤。玄武岩贫铅、铀、钍是淋滤而来的铅同位素组成与全岩能够保持一致的原因。而玄武岩富铜是大量铜被淋出的物质基础,铜的淋出很可能与富含有机质的流体有关。

总起来看,此类自然铜组合的矿床(点)的地质地球化学特征,更多地支持后期热液改造成矿的观点。朱炳泉等(2005)<sup>[13]</sup>得出的两种成矿年龄中,最晚的年龄为 134Ma,无疑是后期成矿的有力证据。

### 3 对成矿前景的一些认识

有学者将峨眉山玄武岩型自然铜成矿的地质背景及矿化特点与美国基伟诺(Keweenaw)玄武岩中的自然铜矿床相比,两者存在很多相似之处<sup>[20,23]</sup>。基伟诺型矿床自然铜的总量超过 50Mt<sup>[23]</sup>,而到目前为止,滇 - 黔相邻地区数十个峨眉山玄武岩型自然铜 - 辉铜矿矿床(点)中,绝大多数都还只具有小型规模或只是矿化现象。

在将峨眉山玄武岩型自然铜矿化与基伟诺型矿床相比时,更多地强调了二者的相似之处。实际上,二者之间存在的某些差别是巨大的,甚至对成矿起决定性作用。有两个方面的巨大差异可能决定了峨眉山玄武岩型与基伟诺型铜矿床成矿远景的不同:

1) 基伟诺玄武岩系厚度达 28km<sup>[24-26]</sup>,而滇 - 黔相邻地区玄武岩厚度一般都在 300 ~ 400m 之间,

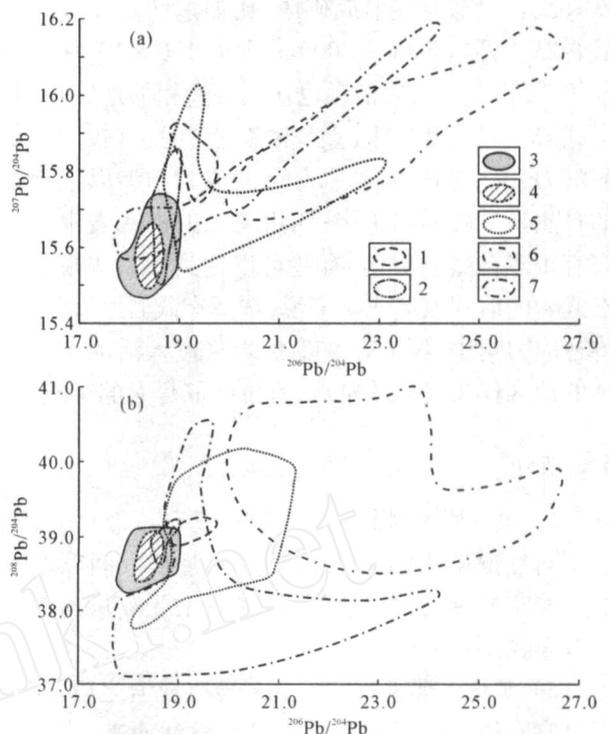


图 5 玄武岩型铜矿床的铅同位素组成 (数据来源于本文及文献 [12])

1—石炭系;2—灯影组;3—矿石;4—玄武岩;5—二叠系;6—寒武系;7—昆阳群

贵州境内只有 200 ~ 300m,有些地方只有几十米甚至几米并且不连续,这种不连续很可能是喷发当时的地形所造成。虽然峨眉山玄武岩富含铜( $100 \times 10^{-6} \sim 210 \times 10^{-6}$ ),但有限的岩石厚度对铜的淋出总量的影响是显而易见的。

2) 虽然都是陆相玄武岩,但基伟诺玄武岩喷发于裂谷水下环境,喷发的同时形成沉降盆地,主玄武岩之上与玄武岩互层的沉积岩夹层达 30 多层,总厚度达 9000m,单层平均 30 ~ 40m<sup>[27-28]</sup>,巨厚火山 - 沉积岩系的快速堆积可以将大量的盆地水封存于玄武岩内,有利于将成矿元素汇聚起来。而滇 - 黔相邻地区的玄武岩直接喷出地表,其中的凝灰质 - 沉积夹层最多 6 ~ 7 层,单层厚度仅 5 ~ 15m,沉积盖层厚度不大(晚二叠世宣威组 160 ~ 270m,三叠系地层厚度 < 2000m,其后以剥蚀为主<sup>[5-6]</sup>),作为铜矿源层的玄武岩一直处于近地表的浅层,析出的成矿物质没有足够的应力使其会聚到一起,而是见到断裂和凝灰岩层就发生矿化,所以造成了矿化点随处可见的现象,这对形成大矿是不利的。

Zhang et al. (2006)的研究表明<sup>[29]</sup>,玄武岩型自然铜矿床的形成与玄武岩的类型无关,高钛和低

钛玄武岩中都能够形成矿床,比如滇西丽江一带玄武岩厚度可达 5000~6000m,含铜  $100 \times 10^{-6} \sim 200 \times 10^{-6}$ ,构造及岩浆活动也比滇—黔相邻地区强烈。玄武岩中同类型矿床(点)很多,有些具有较大的找矿潜力,宁蒗铜厂河矿床有可能成为中型以上规模的自然铜—辉铜矿矿床;四川境内的玄武岩中也分布有很多自然铜矿化,有些可以达到中型规模。对玄武岩的后期改造成矿来说,选择玄武岩厚度巨大、构造应力集中、深部存在隐伏岩浆侵入活动三位一体的地区作为找矿的重点,有可能取得大的突破。

#### 4 结论

1) 滇—黔相邻地区(鲁甸—威宁一带)的玄武岩型自然铜矿床(点)表面上受岩浆喷发间歇期形成的凝灰质—沉积夹层控制,实际上受夹层与断裂的双重控制。

2) 矿化主要发生于玄武岩冷凝成岩之后,铜可能是富有机质的流体从玄武岩中淋滤而来,成矿以后后期热液改造为主体。

3) 玄武岩厚度不大及不连续分布、陆相地表喷发、埋藏深度不大、缺少成矿流体汇聚的构造条件是形成大矿的不利因素。

4) 对玄武岩中后期改造成因的自然铜矿床,找矿的重点应放在玄武岩厚度大的地区。

致谢:研究得到了贵州省地质矿产局王尚彦博士、韩至钧高级工程师、王砚耕高级工程师的热情帮助和支持,在此表示衷心的感谢。

#### [参考文献]

- [1] 冯景兰. 西康东南之铜矿[J]. 地质论评, 1940, 5(1-2): 149.
- [2] Fong K L. Field evidences of supergene enrichment of the copper deposits of Szechuan, Sikang and Yunnan[J]. Bulletin of the Geological Society of China, 1947, 27: 347 - 358.
- [3] 彭琪瑞. 中国西南之二叠纪基性岩流及其与铜矿之关系[J]. 地质论评, 1940, 5(1-2): 149.
- [4] 郭文魁,常印佛,黄崇柯. 我国主要类型铜矿成矿和分布的某些问题[J]. 地质学报, 1978, 52(3): 169 - 181.
- [5] 贵州省地质局. 贵州省地质志[M]. 北京:地质出版社, 1987, 1 - 630.
- [6] 云南省地质局. 云南省地质志[M]. 北京:地质出版社, 1990, 1 - 727.
- [7] 四川省地质局. 四川省地质志[M]. 北京:地质出版社, 1989.
- [8] 朱炳泉,张正伟,胡耀国. 滇东北发现具工业价值的火山凝灰角砾岩层控型铜矿床[J]. 地质通报, 2002, 21(8-9): 21.
- [9] 朱炳泉,常向阳,胡耀国,等. 滇—黔交界鲁甸沿河铜矿床的发现与峨眉山大火山岩省找矿新思路[J]. 地球科学进展, 2002, 17(6): 912 - 917.
- [10] 张正伟,朱炳泉,常向阳,等. 黔西上二叠统玄武岩组上部发现黄铜矿化[J]. 矿物学报, 2003, 23(2): 102.
- [11] 毛景文,王志良,李厚民,等. 云南鲁甸地区二叠纪玄武岩中铜矿床的碳氧同位素对成矿过程的指示[J]. 地质论评, 2003, 49(6): 610 - 615.
- [12] 李厚民,毛景文,张长青,等. 滇黔交界地区玄武岩铜矿同位素地球化学特征[J]. 矿床地质, 2004, 23(2): 232 - 240.
- [13] 朱炳泉,戴檀谟,胡耀国,等. 滇东北峨眉山玄武岩中两阶段自然铜矿化的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 与 U - Th - Pb年龄证据[J]. 地球化学, 2005, 34(3): 235 - 247.
- [14] Xu Y, Chung S, Jahn B and Wu G. Petrologic and geochemical constraints on the petrogenesis of Permian - Triassic Emeishan flood basalts in southern China [J]. Lithos, 2001, 58: 145 - 168.
- [15] Zhou M F, Yan D P, Kennedy A K, Li Q I and Ding J. Shrimp zircon geochronological and geochemical evidence for Neo - Proterozoic arc - related magnetism along the western of the Yangtze Block, South China [J]. Earth Planet Sci Lett, 2002, 196: 51 - 67.
- [16] 张学书,秦德先,范柱国,等. 云南金平地区二叠纪玄武岩与铜镍矿成因关系初探[J]. 地质与勘探, 2004, 40(5): 49 - 55.
- [17] 郑建斌,曹志敏,宋谢炎,等. 杨柳坪岩浆 Ni - Cu - PGE 硫化物矿床 PGE 地球化学特征[J]. 地质与勘探, 2004, 40(5): 16 - 20.
- [18] 张正伟,程占东,朱炳泉,等. 峨眉山玄武岩组铜矿化与层位关系研究[J]. 地球学报, 2005, 25(5): 503 - 508.
- [19] 成杭新,庄广民,赵传冬,等. 贵州西部 Pt Pd 异常源稀土元素地球化学示踪的初步研究[J]. 地质与勘探, 2003, 39(2): 46 - 51.
- [20] Zhu B ingquan, Hu Yaoguo, Zhang Zhengwei, Chang Xiangyang. Discovery of the copper deposits with features of the Keweenaw type in the border area of Yunnan and Guizhou Province [J]. Science in China (D), 2003, 46(supp.): 60 - 72.
- [21] 李长江,徐步台,蒋叙良,等. 中国东南部某些热液矿床的成岩成矿时差序列及有关问题讨论[J]. 矿床地质, 1992, 11(2): 106 - 112.
- [22] 刘远辉,李进,邓克勇. 贵州盘县地区峨眉山玄武岩铜矿的成矿地质条件[J]. 地质通报, 2003, 22(9): 713 - 717.
- [23] 王砚耕,王尚彦. 峨眉山大火成岩省与玄武岩铜矿——以贵州二叠纪玄武岩分布区为例[J]. 贵州地质, 2003, 20(1): 5 - 10.
- [24] Cannon W F and Suzanne W N. Geology and mineral deposits of the Keweenaw Peninsula, Michigan U. S [M]. Geological Survey Open - File Report, 1999, 99 - 149.
- [25] Cannon W F, Peteman Z E, Sims P K. Crustal scale thrusting and origin of the Montreal River monocline - A 5 - km - thick cross section of the Midcontinent rift in northern Michigan and Wisconsin [J]. Tectonics, 1993, 12: 728 - 744.
- [26] Hamilton S K. Copper mineralization in the upper part of the Copper Harbor conglomerate at White Pine, Michigan [J]. Econ

- Geol, 1967, 62: 885 - 904.
- [27] Vervoort J D and Green J C. Origin of evolved magnas in the Midcontinent Rift System, NE Minnesota: Nd isotope evidence for melting of Archean crust [J]. Can Jour Earth Science, 1997, 34: 521 - 535.
- [28] Virth K R, Vervoort J D and Naiman Z.J. The Chengvatana volcanics, Wisconsin and Minnesota: Petrogenesis of the Southernmost volcanic rocks exposed in the Midcontinent rift [J]. Can J Earth Sci, 1997, 34: 536 - 548.
- [29] Zhnag Qian, Zhu Xiaoqing, Zhang Zhengwei. Lead isotopic composition and lead source of the Tongchanghe basalt - type native copper - chalcocite deposit in Ninglang, western Yunnan, China [J]. Chinese Journal of Geochemistry, 2006, 25 (2): 112 - 121.

## ORE - FORMING REGULARITY AND PROSPECTS OF EMEISHAN BASALT - TYPE NATIVE COPPER - CHALCOCITE DEPOSITS IN THE ADJOINING AREA OF YUNNAN - GUIZHOU PROVINCES

ZHANG Qian<sup>1</sup>, WANG Da - peng<sup>1,2</sup>, FAN Liang - wu<sup>1,2</sup>, ZHU Xiao - qing<sup>1</sup>, ZHANG Zheng - wei<sup>1</sup>

(1. State Key Laboratory of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002;

2. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

**Abstract:** Some important progresses in the mineralization theory of the Emeishan basalt - type native copper - chalcocite deposits (occurrences) in the adjoining area of Yunnan—Guizhou provinces have been made by researches through several decade years in particular recent five years. However, it is difficult to break through in the prospecting and exploration. In this paper, some geological and geochemical questions related to the mineralization rule and prospects are discussed. Copper mineralization is controlled by both tuffaceous - sedimentary intercalation and fault. Many geological and geochemical characteristics do not support the volcanic - magmatic hydrothermal mineralization origin, and the deposits were formed by the epigenetic hydrothermal. Compared with the Keweenaw - type copper deposits in U. S. A., factors such as limited basalt volume and land surface eruption of the basalt in the adjoining area of Yunnan—Guizhou provinces are disadvantageous to form the large deposit. The focus of prospecting for this type of ore deposits should be put on the districts of western Yunnan and Sichuan, where there are spread basalt and cover strata of large thickness, with concentrative tectonic stress and magmatic intrusion at depth.

**Key words:** Emeishan basalt, native copper - chalcocite deposit (occurrence), ore - forming regularity, ore - forming prospect, adjoining area between Yunnan and Guizhou