

蛇绿岩与铬铁矿

王喜臣¹, 王琳², 刘扬³, 孙立楠¹, 赵克荣⁴, 刘金英⁵, 赵金水⁵

(1 国土资源部中央地质勘查基金管理中心, 北京 100045; 2 中国地质大学, 北京 100083; 3 中铁资源地质勘查有限公司, 北京 100039; 4 中国煤炭地质总局煤炭资源信息中心, 河北 涿州 072750; 5 北京勘察技术工程有限公司, 北京 100085)

蛇绿岩是遗留在现在大陆造山带中的古代大洋岩石圈(壳)残片,对蛇绿岩研究方兴未艾的原因不仅是因为蛇绿岩研究对恢复古代板块构造格局和了解古代大洋岩石圈的演化具有重要研究意义,同时因为蛇绿岩中含有现代工业必需的原材料之一的矿产——铬铁矿,从而也极具经济意义。另一方面,因铬铁矿具有最早在熔体中结晶,最早熔融进入熔体相和耐风化等特殊的化学特性,使得其成为探讨研究上地幔岩石成因过程的有力载体。

1 蛇绿岩

1.1 蛇绿岩

“蛇绿岩(Ophiolite)”一词最早是 Brongniart 于 1813 年在研究意大利北部蛇绿岩后命名的。“ophiolite”词根来自希腊语“ophi”和“ophis”即英文中的“Snake”和“erpent”用来描述绿色的斑状结构外貌的岩石。约 1 个世纪前,Steinman 于 1906 定义蛇绿岩是一种基性-超基性岩,并在 1927 年进一步完善蛇绿岩定义,认为其是一套主要由蛇纹石化橄榄岩和少量辉长岩和玄武岩组成的群体,即所谓的“Steinman”三位一体。20 世纪 70 年代初,随着板块构造学说的兴起,认为蛇绿岩是大洋扩张脊的产物,残留在板块缝合带中,并被广泛应用于全球构造系统的研究中(Gass, 1968; Dewey et al., 1971; Coleman et al., 1971; 1977; Moores et al., 1971; 1982)。把蛇绿岩等同于洋底的观点是现代随着板块构造学说的发展而出现的。早在 1959 年 Brunn (1959)就已明确提出蛇绿岩和大西洋洋壳间具明显的相似性。

1.2 蛇绿岩岩石组合

20 世纪 70 年代,科学家们通过洋底地震波速率与蛇绿岩层序结构之间的比较研究,提出了大洋岩石圈结构的层状模式:上部由沉积岩组成,平均厚 0.5 km;其下主要由玄武岩(包括辉绿岩)组成,平均厚约 1.5 km;推测第 3 层主要由辉长岩组成,结晶较粗,平均厚度接近 5 km。无疑,蛇绿岩是一套超镁铁质、镁铁质岩石组合,但一套超镁铁质、镁铁质岩组合不一定是蛇绿岩。镁铁和超镁铁质岩可能为多成因、多类型、多时代产物,因而不能轻易地将其归属一个蛇绿岩,尤其是在造山带中出现构造混杂作用的情况下,即超镁铁质、镁铁质岩组合是蛇绿岩的必要条件,而非充要条件。根据造山带蛇绿岩的研究,蛇绿岩的岩石组合从下至上由 4 个单元组成:变质橄榄岩、铁镁-超铁镁质堆晶岩、席状岩墙群、喷出岩。

(1) 变质橄榄岩 变质橄榄岩位于蛇绿岩底部,主要由方辉橄榄岩组成,次为纯橄岩和二辉橄榄岩。变质橄榄岩中常包裹许多大小悬殊、形态各异的岩块,一般为十几厘米至几米,最大的可达几百米,由辉长岩、纯橄岩、辉石岩、异剥橄榄岩、辉绿岩及角闪岩等组成。纯橄岩分为 2 类:从玄武质岩浆中结晶出的橄榄岩无叶理,含铬铁矿少或缺失,岩浆与围岩发生交代作用形成的橄榄岩有平行于围岩的叶理,常含铬铁矿(透镜)体。

(2) 铁镁-超铁镁质堆晶岩 铁镁-超铁镁质堆晶岩包括辉长岩、镁铁质及超镁铁质堆晶岩。在工作中发现实际的堆晶岩层序往往是反复出现,还存在岩浆侵入的证据,在辉长岩中各种不同成分的岩浆相互穿切的现象更是频繁出现。在西南印度洋中脊的阿特兰梯斯 II 号破裂带上施工的 735B 号钻孔见到富钛铁辉长岩侵入橄榄辉长岩,橄长岩侵入富钛铁辉长岩和橄榄辉长岩。富钛铁辉长岩沿剪切带侵入固结不久的橄榄辉长岩,说明岩浆作用和构造作用相互强烈交织在一起。

(3) 席状岩墙群 岩墙群杂岩是蛇绿岩特有的岩石组合,但岩墙群杂岩出露很少。席状岩墙群可以由不同时期和不同类型岩墙组合而成,岩墙群的成分较复杂多样,表明岩浆的多来源和多期次的侵入事件。

(4) 喷出岩 蛇绿岩的顶部喷出岩层不仅仅由玄武岩组成,还包括安山岩、玻安岩、钠长岩以及角砾岩、凝灰岩等。在喷出岩层中也有辉绿岩和辉长岩岩墙产出,有的还有斜长花岗岩和煌斑岩脉贯入。

2 蛇绿岩产出环境

1972 年美国地质学会 Penrose 会议,正式将蛇绿岩与板块构造联系起来,认为蛇绿岩是一种可与大洋岩石圈对比的独特的镁铁质-超镁铁质岩石组合,它们产于洋中脊扩张构造环境,后来由于板块构造作用而出露于板块会聚带,是缝合带的主

要组成成分。自板块构造学说问世以来,蛇绿岩产出环境的研究已引起越来越多研究者的兴趣,并提出了一系列蛇绿岩产出环境的模式(Nicolas, 1989)。但就研究程度而言,蛇绿岩产出环境的研究比起蛇绿岩其它方面要薄弱得多。元古宙蛇绿岩的发现证明威尔逊旋回在古、中元古代已经开始,确认元古代有蛇绿岩和相应的板块作用。蛇绿岩带或古缝合线等是确定造山带中古洋盆存在及陆块边界的直接标志,在重建超大陆的聚合与裂解的地质历史中有直接的构造意义。

大量事实证明蛇绿岩产于大陆边缘或岛弧附近多种构造背景的扩张脊,如弧前、弧后、弧间、活动大陆边缘、被动大陆边缘、转换断层的“交汇点”、大陆裂谷或其中某两种或几种的过渡带或具有复合的背景。目前国外学者 Nicolas (1984)、Coleman (1984)、Moore (1982) 根据蛇绿岩产出的大地构造环境划分为被动大陆边缘型和活动大陆边缘型两种类型蛇绿岩,分别称为特提斯型和科迪勒拉型。常见蛇绿岩呈构造岩片产出,往往沿一组断裂呈叠状依次排列。蛇绿岩块产于断裂上盘,包含有蛇绿岩组合的各岩石类型,也有的岩片保存岩石类型相对较少(2~3种)。蛇绿岩呈混杂体产出:在宽度不等的构造混杂带中,蛇绿岩组分和非蛇绿岩组分杂乱分布,其展布方向与构造混杂岩带延伸方向基本一致,且局限于蛇绿岩带内。

Pearce (1996)¹指出,在判别蛇绿混杂岩中的玄武岩和构造背景之间的关系时,3个主要类型 MORB (mid-ocean ridge basalt) - VAB (Volcano Arc Basalt) - WPB (within plate basalt)。每一类可进一步再分成几种岩石类,除了上述3个主要类型外,还有三元中任两元之间和三元同时复合的许多过渡类型。除去单纯的 VAB, WPB 和 VAB-WPB 过渡类型外,凡是 MORB 与其它类型复合的过渡类型都可能是发育在扩张中心产生 MORB 的洋壳区,都可能是形成蛇绿岩的构造环境。

3 蛇绿岩铬铁矿的成因特征

自19世纪后半叶至今,对于铬铁矿矿床成因一直未形成一致的看法。但是到目前为止,铬铁矿矿床是典型的岩浆矿床,矿质来源于上地幔的观点,已基本得到公认。在探讨蛇绿岩中铬铁矿的形成环境时,首先要考虑的是铬铁矿的类型和赋存部位,寻找其合理的成矿模式关键是研究铬铁矿床地质特征、控岩控矿构造和围岩的岩石组合及其间关系。

铬铁矿岩豆荚状铬铁矿见于蛇绿岩变质橄榄岩,特别是纯橄岩中。有些蛇绿岩堆晶岩底部有分离结晶形成的铬铁矿岩。一些产出在陆壳的堆晶镁铁、超镁铁质岩中发现有分离结晶的大型铬铁矿床。Thayer (1970) 指出,豆荚状铬铁矿岩有高铬和高铝两组,层状堆晶岩中尖晶石贫铝,Dickey^[8]认为高铬型代表洋壳早期低压堆积作用,而高铝型在高压二辉橄榄岩中更典型,代表深部地幔分凝物。豆荚状是一种构造特征。因此,豆荚状铬铁矿岩可以作为蛇绿岩判定的一个参考标志,而不是肯定标志。

蛇绿岩的铬铁矿床中,矿体多呈瘤状、豆状、透镜状和似脉状等,也常常见到铬铁矿细脉穿切围岩的现象;即使在被视为堆积成因的层状岩体的层状铬铁矿矿床中,也发现个别由矿层伸出的矿脉贯穿围岩的现象;此外,矿石的原生胶结构造是矿浆胶结了围岩角砾的直接证据;瘤状或豆状矿石的瘤体因挤压而拉长呈扁平的椭球形状,或是两个瘤体相互嵌入等也是它们经历了液态或塑性阶段的重要标志,可以推断矿浆熔体和硅酸熔体曾处于不混溶状态和铬铁矿矿浆的存在。同时铬铁矿矿石的结构和构造也表明,铬尖晶石是从矿浆或含矿岩浆中结晶出来的,在具网环状或微网环状构造的矿石中,网眼中心为硅酸盐,而网络基本上由他形一半自形的铬尖晶石组成,一般认为其原因是橄榄石形成较早,至橄榄石结晶的晚期,橄榄石与铬尖晶石共同结晶。

造矿矿物铬尖晶石的化学成分往往与围岩(纯橄岩或斜辉橄岩)的副矿物铬尖晶石化学成分不同。即使在同一矿体内,块状矿石和浸染状矿石的铬尖晶石化学成分也不完全一致。同时,造岩矿物铬尖晶石的化学成分变化往往与其母岩的岩性有关,而与容矿岩石类型无关。上述特点表明:铬铁矿并非是岩石中的副矿物铬尖晶石结晶分离堆积的结果,而是从含铬矿浆中结晶产物。造矿矿物铬尖晶石和副矿物铬尖晶石是从两种条件不同的熔浆中分别晶出的。

4 结 论

蛇绿混杂岩作为侵位在造山带的古洋壳残余,许多蛇绿岩中都伴生有铬铁矿。目前,对蛇绿岩形成环境的认识包括了蛇绿岩可以形成在从弧前、岛弧、弧后盆地、小洋盆和转换断层到大洋中脊的构造环境。

而对赋存在地幔上部的豆荚状铬铁矿来说,其类型可能为富铬、富铝或富铬富铝型,目前对其形成环境尚存在有争论。我们认为富铬型铬铁矿形成在岛弧环境,富铝型铬铁矿形成在洋中脊或弧后盆地环境,而富铬富铝型铬铁矿的形成被认为是经历了从洋中脊到岛弧的环境。蛇绿岩铬铁矿可能的成矿模式有堆晶模式、混熔模式和熔融再造模式等,堆晶岩中的铬铁矿又有两种类型,即富铬型和富铝型。

参 考 文 献 (略)