

· 专题研究 ·

略论我国太古宙绿岩带

沈保丰 骆 辉

(地矿部天津地质矿产研究所)

摘要 作者对我国太古宙绿岩带的基本地质特征,作了概略的总结。在我国太古宙绿岩带主要分布于华北陆台区,各地出露面积较小,一般仅有数十至数百平方公里,其地层发育厚度为2~7km。绿岩带的层序如下:底部为镁铁质火山岩;中部为安山质—长英质火山岩及火山碎屑岩;上部为沉积岩(碎屑—泥),并含有条带状含铁建造(BIF)。绿岩带变质程度较高,一般为高绿片岩—低角闪岩相。它还受到多期构造变形,平卧褶皱,韧性剪切带和推覆构造均有广泛发育。绿岩中伴生的花岗质岩石,主要为TTG岩系的奥长花岗岩—英云闪长岩—花岗岩系列。据现有同位素年龄资料,该花岗岩—绿岩地体形成于晚太古代,时限大约在2900—2500 Ma之间。绿岩带中赋存的矿产,以金、铁为主。从绿岩带的原岩建造及地球化学特征,推测它形成于大陆裂谷带或大陆边缘活动带中。

一、太古宙绿岩带的研究概况

太古宙绿岩带是早期地壳演化的产物,亦是地壳最古老的岩石之一,在太古宙绿岩带中赋存有较丰富的金、铜、铅—锌、铁、镍等一些重要矿产资源。因此,对它的深入研究不仅在了解早期地壳的形成特点,有着重要的理论意义,而且对指导地质找矿工作,也有很大的实用价值。在近20年以来,太古宙绿岩带的研究,一直是前寒武纪地质学家的研究热点。

K. 康迪认为,在太古宙岩石分布区内,明显可以划分出三种不同类型的岩石组合:即花岗岩—绿岩组合,高级变质岩组合及克拉通盆地组合,其中花岗岩—绿岩组合占有极重要的位置。世界上几乎所有太古宙岩石出露地区,都发现有绿岩带的存在。它主要分布于南非卡普瓦尔和津巴布韦克拉通,北美的苏必利尔和斯雷夫省,西澳的皮尔巴拉和伊尔岗地块,苏联的科拉半岛和乌克兰东部、巴西的中东部、南印度半岛等。

太古宙绿岩带是以变镁铁质火山岩为主的变火山—沉积岩系组成,呈带状或不规则状的向形构造,分布于花岗岩或片麻岩中。绿岩带自下而上的层序,一般可分为三套(岩石)建造:下部为超镁铁质和镁铁火山岩,以火山熔岩为主;中部为安山质和长英质火山岩,其中火山碎屑层的数量多于熔岩;上部则广泛发育着浊积岩及条带状铁建造(BIF)、燧石等,由下往上明显构成火山—沉积旋回特征。单个绿岩带的层序,可以包括一个或多个火山—沉积旋回。

太古宙绿岩带中的超镁铁质火山岩,其主要岩石类型是科马提岩,它是绿岩带中最具特征的一种岩石,常产出于绿岩带层序的底部,以富MgO、高CaO、TiO₂、MnO、Er、Cr

等组分,并具独特的鬣刺结构。它广泛发育在南非巴伯顿,加拿大阿比提比,西澳诺斯曼—威卢纳等绿岩带中。根据岩石类型及组合特点,古德温把绿岩带分为三种类型:1)巴伯顿型(33~35亿年),以超镁铁质和镁铁质火山岩,少量长英质火山岩及沉积岩组成。其中安山岩很不发育;2)苏必利尔型(26~27亿年),以富安山质的镁铁质—长英质火山岩,以及派生的沉积岩组成;3)达瓦尔型(23~26亿年),以广泛发育的沉积岩组合为主,其盖层与基底呈明显的不整合。

不同类型的绿岩带,其成矿作用有较大差异。例如:巴伯顿型,富含Au、Fe、Cr和少量Ni等矿产;苏必利尔型,赋存有丰富的Cu—Zn、Au、Ni、Fe等矿产;达瓦尔型,则广泛发育着Au、Fe、Mn等矿产。D. I. 格罗维斯和W. D. 巴特在详细研究西澳绿岩带的基础上,将绿岩带分为古老绿岩带(35~30亿年)和年轻绿岩带(30~27亿年)两类。根据它们形成的构造环境,又可细分为地台相和裂谷相二个亚类,其中裂谷相的年轻绿岩带中,赋存有大量Au、Cu、Ni及Cu—Zn等矿产。

二、我国太古宙绿岩带的基本特征

我国是世界上最前寒武纪地层广泛发育地区之一,它的分布面积约占我国大陆面积的20%,其中太宙岩石主要出露于华北陆台,以花岗岩—绿岩带为重要组成部分。此外,在扬子地台和塔里木地台,还可能存在着早元古代绿岩带。

1. 太古宙绿岩带的分布:近几年来,我国对华北陆台的太古宙绿岩带的研究方面,取得了一些进展。它主要分布于吉林省和龙、夹皮沟,辽宁省清源、鞍山—本溪、辽西,内蒙古乌拉山,河北省冀东区,山西省五台山,河南省中部,豫陕的小秦岭、鄂陕皖交界的大别山等地。绿岩带常呈不规则条带状,分布于花岗岩和片麻岩中,组成花岗岩—绿岩地体。在以上地区的地层单元,主要为夹皮沟群、清原群、鞍山群、五台群、登封群、太华群、胶东群(需要指出,有的群已被解体,有了新的含意)等。

2. 太古宙绿岩带的层序:在绿岩带的底部,一般均发育有厚的镁铁质火山岩,有时夹少量超镁铁质岩;中部为安山质—长英质火山岩,且以火山碎屑岩为主;上部为沉积岩,以碎屑沉积岩—杂砂岩—泥质岩组合为主,还有一定数量的化学沉积岩—条带状带状含铁建造(BIF)。它常组成一个由下而上镁铁质火山岩逐渐减少,安山质—长英质火山岩逐渐增多,而沉积岩则由少到全部,构成一个较完整的火山—沉积旋回。绿岩带可以由一个或多个火山—沉积旋回组成。

3. 太古宙绿岩带的变质作用:一般都经受过多期变质作用,尤其是高绿片岩相—低角闪岩相的区域变质,并以低角闪岩相为主。例如:宁辽的清原群,其下部为厚层中粒斜长角闪岩、含榴斜长角闪岩,局部夹有角闪斜长变粒岩和黑云斜长变粒岩;上部为黑云斜长变粒、黑云角闪变粒岩、浅粒岩、黑云片岩等,组成层理明显的薄层带,有时可见磁铁石英岩层。吉林省夹皮沟群,下部为厚层斜长角闪岩,夹少量黑云变粒岩,呈似层状或透镜状的阳起磁铁石英质角闪岩;上部为黑云变粒岩、斜长角闪岩、磁铁石英岩、少量黑云石英片岩。在小秦岭地区,太华群的下部以厚层斜长角闪岩为主,上部为石英岩、大理岩、含石墨变粒岩、磁铁石英岩和含榴砂线变粒岩等。

4. 绿岩带的构造变形特征: 绿岩带中的层状岩系, 曾遭受到多期强烈的构造变形, 褶皱构造多数为向形褶皱, 在断裂构造中广泛发育着韧性剪切带和推覆构造。如在清原绿岩带中, 至少经历了三期褶皱变形和一期脆性变形。早期以强热的向形褶皱为主, 中期的褶皱对早期褶皱进行了改造和叠加, 并奠定绿岩带的主要构造格架, 晚期为层间塑流变形, 形成了一些小的柔皱。脆裂变形是区内要重的构造形迹, 片理化和劈理化十分普遍。山西的五台群, 也至少经历过三期强烈变形, 最显著的特点是平卧褶皱很发育, 并伴随有逆冲推覆构造。

5. 绿岩带中的花岗质岩石: 与绿岩带密切共生的花岗质岩石, 主要是TTG岩系的奥长花岗岩—英云闪长岩—花岗闪长岩。一般早期为钠质花岗岩, 晚期为钾质花岗岩, 且花岗岩与绿岩带呈侵入接触关系。在清原绿岩带中, 太古宙花岗质岩石至少可分三个侵入期次: 早期为片麻状英云闪长岩—花岗闪长岩, 构成花岗岩—绿岩地体主体; 中期是孢子沟岩体、摩里红岩体, 它们呈岩株状侵入于早期花岗岩—绿岩带中, 其岩石成份为英云闪长岩—花岗闪长岩; 晚期为向钾质花岗岩演化的红石砬子岩体。又譬如山西省五台绿岩带, 其中的花岗质岩石也可分为三个侵入阶段: 早期是钠质花岗岩, 包括有花岗闪长岩、石英闪长岩、英云闪长岩—斜长花岗岩; 中期为钾质花岗岩; 晚期仅为小规模的花岗闪长岩。

6. 绿岩带的同位素年龄资料: 据目前已获得的同位素年龄数据, 说明华北陆台上的绿岩带及共生的花岗岩形成于晚太古代。如清原绿岩带下部斜长角闪岩的Sm—Nd等时线年龄为2844Ma, 与其共生的花岗岩(摩里红岩体)中锆石U—Pb年龄为2510Ma, 泰山群的同位素为2628Ma(据曹国权等, 1987); 河南登封群的单颗粒锆石U—Pb年龄为2511Ma, 太华群的单颗粒锆石年龄为2841Ma和2806Ma(据A. Kroner等, 1988), 而侵入登封群的石牌河闪长岩的锆石年龄是2520Ma(据王泽九等)。总的来看, 花岗岩—绿岩地体中绿岩带的形成年龄, 明显大于花岗质岩石年龄。因此, 华北陆台花岗岩—绿岩地体, 大致形成于晚太古代2900—2500Ma之间。

7. 绿岩带中的主要矿产: 同世界各地绿岩带一样, 在华北陆台绿岩区内含有丰富的金、铁、块状铜锌等矿产。绿岩带是最重要的含金岩系、许多金矿床如夹皮沟、小秦岭、金厂峪、焦家、玲珑等, 在成因和空间分布上与绿岩有着密切的关系, 金矿床可分为原生金矿和再生金矿两类。原生金矿床是花岗岩—绿岩带形成晚期的产物, 金质来源于绿岩带, 在空间上受韧性剪切带及断裂的控制, 后期构造岩浆作用的叠加与改造, 使金矿品位进一步富集。这类金矿床, 又可细分为产于长英质火山岩和铁建造的层控金矿床(如辽宁南部龙王庙金矿), 另一类是产于韧性剪切带中的脉状金矿(如夹皮沟、小秦岭等地)。再生金矿床是指太古宙绿岩带的金矿床或含金岩系, 在后期地质演化过程中, 受到内生和外生地质作用, 促使含金矿源层或金矿床, 进一步改造而形成新的富金矿。这类金矿床又可分为: 与外生作用有关的砂砾岩型金矿(如冀东马兰峪金矿), 以及受交代重熔岩浆作用, 而形成的热液型金矿(如山东焦家、玲珑等)。

绿岩带中与火山作用有关的条带状铁矿床, 是我国最重要的一个铁矿类型, 它相当于国外的阿尔戈马型。根据含铁建造的岩石组合特征, 可划分为以下三种类型: (1) 镁铁质—超镁铁质火山岩—铁建造组合, 这类矿床产于绿岩带的下部层位, 其矿层数量多但厚度较薄, 一般规模都不大; (2) 镁铁火山岩含铁建造—长英质火山岩组合, 它是绿岩带中的主

要类型,分布在绿岩带层序的中部偏上的层位,如鞍本地区的歪头山铁矿;(3)长英质火山岩—沉积岩—铁建造组合,它是最重的铁矿类型。其铁建造与长英质火山岩关系密切,铁矿床产出绿岩带的高层位处,如冀东司家营铁矿。目前,在华北陆台绿岩带中的块状硫化物矿床,仅见于清原绿岩带中上部,它与英安质—长英质火山岩有关,如红透山式块状铜锌矿床。

根据绿岩带中原岩建造的岩石组合、地球化学特征等,推测华北绿岩带形成的构造环境,属于大陆裂谷带或大陆边缘活动带。少数几个地区镁铁质火山岩的 $\epsilon_{Nd}(t)$ 值在+2.23—2.91之间,说明绿岩带形成在亏损地幔,故推测在2900Ma以前,华北陆台就已存在硅铝质古地壳。

8. 与国外太古宙绿岩带的对比:华北陆台的太古宙绿岩带,其地质特征与国外基本相似,但也有它独自的特点,主要表现在以下几方面。

1)据目前的研究结果表明,在华北绿岩带层序的底部,尚未发现厚大的超镁铁质熔岩,即所谓的科马提岩。

2)构成绿岩带的地层层厚度、与国外相对比均较薄。例如加拿大的阿比提比绿岩带地层层厚度为18km,南非巴伯顿绿岩带厚度为20km,澳大利亚库尔加迪——库拉旺绿岩带厚度19.5km。而我国吉林夹皮沟绿岩带厚度为5.5km,河南小秦岭绿岩带为3km,辽宁清原绿岩带厚度尚不足2km,山西五台绿岩带接近7km。

3)我国绿岩带的分布面都不大,一般仅有数十至数百平方公里。国外个别可达数千到上万平方米,如加拿大阿比提比绿岩带面积达96000km²,澳大利亚库尔加迪—诺斯曼绿岩带,总面积达150000km²。

4)我国绿岩带的变质程度较高,一般为高绿片岩相—低角闪岩相,并且以低角闪岩相为主。而国外的绿岩带变质作用,主要为绿片岩相,仅在与花岗岩接能的地方,变质作用才能达到角闪岩相。

5)我国太古宙绿岩带中赋存的矿产,以金、铁二种矿产为主,而块状铜锌硫化物矿床,仅在辽宁清原绿岩带发现一处。此外,与超镁铁质火山岩有关的镍矿,在我国尚未发现。

6)我国绿岩带形成的构造环境,与国外相比存在明显的差别。我国绿岩带中镁铁质火山岩的类型,以钙碱性玄武岩和大陆拉斑玄武岩为主,据此推测它形成于大陆裂谷带或大陆边缘活动带的构造环境。而国外太古宙绿岩带中,其镁铁质火山岩多以TH₁型(即DAT,亏损型拉斑玄武岩)为主,在典型剖面占50~80%,所含TH₂型(即EAT,富集型拉斑玄武岩)较少,且仅产出绿岩带的较高层位。

7)我国太古宙绿岩带形成以后,还曾遭受到多次构造岩浆活动的改造,尤其是中生代的燕山运动的影响,从而使早期的花岗岩—绿岩带,发生强烈的变形、变质及重熔作用。

综上所述,我国太古宙绿岩带与国外典型地区进行对比,确有其独自的地质构造特征,它可能是世界公认的三种绿岩带类以外的一种新类类型。因此,对我国太古宙绿岩带的地质构造特征及成矿作用等,还需要更进一步深入研究,这不仅有利于详细了解我早期地壳演化历史,并能更好的指导金、铜锌和铁矿床的找矿工作,也为丰富世界太古宙绿岩带的研究成果,作出一定的贡献。

ARCHEAN GREENSTONE BELTS IN CHINA

Shen Baofeng and Luo Hui

Abstract

Archean greenstone belts of China are mainly distributed in the North China platform. Their exposed areas are small, generally only a few dozens to a few hundreds of square kilometers. The stratigraphic thickness of the greenstone belts is 2-7 km. The sequence of the belts is as follows: mafic volcanic rocks at the base, andesitic-felsic volcanic rocks and Pyroclastic rocks in the middle and clastic-pelitic rocks and banded iron-formations (BIF) in the upper.

The rocks of the belts are of relatively high metamorphic grade, generally of upper greenstone-lower amphibolite facies. They underwent polyphase structural deformation, giving rise to well developed recumbent folds, ductile shear zones and nappe structures. The associated granitic rocks in the belts are mainly represented by the trondjemite-tonalite granodiorite series of the TTG series.

According to available isotopic age data, China's granite-greenstone terranes originated in the late Archean ranging approximately between 2900 and 2500 Ma. The useful minerals occurring in the greenstone belts are mainly gold and iron. From their protolith formations and geochemical features, it may be inferred that they were formed in continental rift belts or continental-margin mobile belts.