

中国绿岩带金矿资源的现状特色和展望

沈保丰 骆辉 胡小蝶 彭晓亮

一、绿岩带是金矿带

前寒武纪,特别是早前寒武纪是全球最主要的金成矿期。据T.B.鲁切金和H.H.杰龙奇的统计,世界金矿储量中,太古宙绿岩带金矿占27.5%,早元古代金-铀砾岩型金矿占47.5%。而早元古代金-铀砾岩型金矿也是含金的太古宙花岗岩-绿岩带在外生地质作用改造下,初始富集的金、铀进一步富集形成的具有工业意义的金矿床。由此可见,太古宙绿岩带是世界上主要的含金岩系。C.安哈乌耶谢尔认为,在没有太古宙绿岩带的地区就不可能有金矿,并认为在较年轻的建造里,前寒武纪的金是其金质的主要来源。绿岩带金矿,特别是原生脉型金矿床,是人类继砂金矿床后重要的开采对象。在绿岩带中不仅产有大量的中、小型金矿,而且也赋存着许多著名的大型、特大型金矿,它们组成了重要的黄金生产基地。例如,加拿大提敏斯一波丘潘金矿田已产金1 600吨,其中仅多姆矿床,从1910~1980年已产金328吨。西澳卡尔古利金矿田已产金1 200吨,印度科拉尔金矿产金已达800吨,巴西莫罗韦洛金矿产金390吨,而产在早元古代绿岩带中的美国的霍姆斯塔克金矿已产金1 120吨。

太古宙绿岩带是由以镁铁质火山岩为主的变火山-沉积岩系组成,呈带状到不规则状的向形构造,分布在花岗岩类或片麻岩内,可能属于火山-沉积盆地的残留体。最近一二十年,国内外地质学家的实际研究表明,太古宙绿岩带的分布不仅具有全球性,而且在太古宙地体中也具有普遍性。绿岩带的层序自下而上大致可分三个部分:下部为超镁铁质和镁铁质火山岩,以火山熔岩为主;

中部为安山质和长英质火山岩,而且火山碎屑岩的数量多于熔岩;上部则广泛发育浊积岩和条带状铁建造(BIF)、燧石等。自下而上呈明显的火山-沉积旋回。整个绿岩带一般由多个火山-沉积旋回组成。根据绿岩带的岩石类型和组合,古德温(1981)将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及少量长英质火山岩和沉积岩组成,安山岩甚不发育;②苏必利尔型(26~27亿年)以富含安山质的镁铁质-长英质火山岩及沉积岩组成;③达尔瓦型(23~26亿年)以广泛发育沉积岩组合为主,盖层和基底具明显不整合。不同类型绿岩带的成矿作用有较大的差异,但是均赋存着丰富的金矿床。D.I.格罗维斯和W.O.巴特在详细研究西澳绿岩带的基础上,提出绿岩带可分为古老绿岩带(30~35亿年)和年轻绿岩带(27~30亿年)两类,根据其产出的地质特征,这两类绿岩带又都可分出地台相和裂谷相绿岩带,其中裂谷相的年轻绿岩带中赋存着大量的金、镍等矿产。

二、我国绿岩带金矿资源的现状和特色

我国前寒武系出露面积约占我国大陆的20%,它们分布在华北陆台、扬子地台和塔里木地台。太古宙岩石主要发育在华北陆台,花岗岩-绿岩带为其重要组分。而在扬子地台和塔里木地台可能分布着早元古代绿岩带。

华北陆台广泛发育着高级区和花岗岩-绿岩带组成的太古宙克拉通。在花岗岩-绿岩带中赋存着丰富的金矿床,主要分布在小秦岭、胶东、夹皮沟、辽西、冀北、冀东、五台、乌拉山等地区,其中不仅产出许多中、小型金矿床,而且也赋存着一些大型、特大

型金矿。绿岩带常常以不规则条带状分布在大片的花岗质岩石内, 主要由一套原岩为镁铁质火山岩夹超镁铁质岩、安山岩、长英质火山岩和沉积岩系组成。变质作用以高绿片岩相—低角闪岩相为主, 并遭受强烈的变形改造。与绿岩带伴生的花岗质岩石按其产出特征和形成时代可分为英云闪长岩—奥长花岗岩—花岗闪长岩系 (TTG岩系), 钾质花岗岩系和交代—重熔花岗岩系。TTG岩系是与绿岩带关系密切的晚太古代花岗质侵入岩, 多数呈穹窿状产出, 与绿岩带一起构成太古宙花岗岩—绿岩地体。钾质花岗岩系是太古宙末期或元古宙早期侵入到绿岩带中的花岗岩, 一般呈条带状、长椭圆状, 有时沿剪切带分布。交代—重熔花岗岩系是绿岩带局部部分熔融的产物, 主要形成在中生代。花岗岩—绿岩地体的形成时代为晚太古代 (25~29亿年)。华北陆台太古宙绿岩带的基本地质特征与国外阿比提比、耶洛奈夫、诺斯曼—威卢纳等绿岩带相似, 可以对比。但是, 我国的绿岩带也有许多独自的特征, 不同于加拿大、西澳和南非等地区的绿岩带, 后者在太古宙花岗岩—绿岩带形成后, 地壳处于稳定状态, 基本上没有经受后期强烈的构造—岩浆热事件的叠加和改造; 而我国华北陆台则为不稳定克拉通, 在太古宙花岗岩—绿岩带形成后, 经受了强烈的多次构造—岩浆热事件作用, 尤其是在海西晚期受到了西伯利亚板块由北向南和扬子板块由南向北的碰撞和拼贴; 在中生代, 特别是燕山期受太平洋板块的俯冲等作用, 华北陆台, 特别是其东缘遭受强烈改造, 成为环太平洋构造—岩浆带的一个组成部分; 在始新世则受到了由印度板块向北偏东方向移动而挤压扬子板块, 并促使其进一步向北挤压而产生的板块远距离效应的影响。这些重大的地质事件引起了早已形成的太古宙绿岩带发生变质、变形、甚至重熔, 从而使我国太古宙绿岩带的变质程度、变形构造、分布面积、晚

期构造—岩浆活动和成矿作用等特征与国外太古宙绿岩带相比有明显的差别。

产在我国绿岩带中的金矿不仅受太古宙花岗岩—绿岩地体演化规律所控制, 而且也受到后期地质作用的叠加和改造, 因而形成具有独具特色的我国绿岩带中金矿类型的多样化。但是, 不同类型的金矿在成因上是密切相关的。根据矿床中金质的来源及成矿地质特征, 可以把产在花岗岩—绿岩地体中的金矿床分为原生金矿床和再生金矿床两类。原生金矿床是太古宙花岗岩—绿岩地体形成过程中特定阶段的产物, 它几乎产在花岗岩—绿岩带中的各类岩石中, 金矿化形成在火山作用之后, 长英质岩浆活动的同期或稍晚, 时间上与围岩蚀变一致, 而在空间上受剪切带或断裂构造控制, 是花岗岩—绿岩地体形成过程中最晚的一次地质事件, 也是太古宙地壳演化向较稳定阶段转变时的一次特征性事件。但这类金矿床都不同程度的受到后期构造—岩浆热事件的改造和富集。再生金矿床是绿岩带中的金矿床或在其中的含金岩系在后期地质演化过程中, 经受内生和外生作用, 促使源岩中的金或金矿床重新改造, 进一步富集形成的金矿床。

脉状和剪切带中的原生金矿床是华北陆台绿岩带中重要的金矿类型, 也是当前重要的岩金开采对象, 夹皮沟、小秦岭等金矿均属于此类型。此类金矿的容矿围岩以变镁铁质火山岩为主的有夹皮沟本区、三道岔、二道沟、金城洞和金厂峪等金矿。而在小秦岭地区, 容矿围岩则为TTG质片麻岩。该类金矿床矿体的分布受脆—韧性剪切带的控制, 产在糜棱岩带内。矿石中金属矿物的含量一般不高, 大致占总量的5~10%, 主要为黄铁矿, 其次有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等。金矿物主要为自然金和少量碲金矿、银金矿等。自然金的成色较高, 如夹皮沟平均为919, 小秦岭黄铁矿型矿石为924.6, 多金属硫化物型矿石为892.3。矿体围岩蚀变强烈,

有绿泥石化、硅化、碳酸盐化、绢云母和黄铁矿化。矿体的产状常以陡倾斜或直立产出,延深往往较大,矿体中矿物的垂直分带不明显。矿石中硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围较大,如夹皮沟为 $+2.8\sim+8.5\%$,平均为 6.12% ,标准差为 1.49 , $\delta^{34}\text{S}$ 的变化与围岩中 $\delta^{34}\text{S}$ 的变化有关,相对于源岩,矿石的 $\delta^{34}\text{S}$ 值较高。铅同位素值说明矿石铅为多阶段演化的古老正常铅,矿石铅与绿岩带镁铁质火山岩的初始铅最接近,说明其与绿岩带的铅有相同的来源,或来自镁铁质火山岩,属于地幔铅。氢氧同位素值的特征表明热流体以变质水为主,有少量大气降水的多成因复合流体。金矿的主要成矿期是花岗岩-绿岩地体演化的晚期。花岗质岩石的侵位,导致上壳岩中金的活化、迁移、富集,形成含金变质流体,并于晚太古代—早元古代在韧—脆性剪切带的扩容部位成矿。由于海西或燕山期构造-岩浆作用可能对绿岩带中的微量金或金矿体局部熔融并形成岩浆期后含金热液叠加在早先形成的金矿床中,所以这类金矿的形成具有多期、多源等特征。矿床的成矿控制条件为绿岩带、TTG质花岗岩、构造带及燕山(或海西)期花岗岩并存。

在加拿大、巴西、澳大利亚等地产出的具有较大规模的原生层控型金矿床(如铁建造和长英质火山岩-沉积岩中的霍姆斯塔克型和赫姆洛型金矿床)在华北陆台花岗岩-绿岩带中目前发现的规模不大,数量不多,主要有产在安山质—长英质火山岩和沉积岩中的清原绿岩带内的南龙王庙金矿和分布在五台绿岩带中柏枝岩组铁建造中盘道沟一带的金矿化带。

再生型金矿床在国外最著名的是南非兰德型金铀砾岩矿床。该矿床分布在由南非卡普瓦尔花岗岩-绿岩地体组成的基底上,矿床产在兰德群中。最近,L.J.Robb等(1990)报导,兰德群沉积岩系的下限年龄为 30.6 亿年,上限年龄为 27.18 亿年。金铀砾岩矿床

形成于太古宙绿岩带及穹窿状花岗岩长期上升,含金盆地相对下降及大气圈缺氧的地质-地球化学环境中,并且有较好的沉积和保藏条件。而我国华北陆台在太古宙绿岩带形成后,遭受多次强烈的构造-岩浆活动,不利于金铀砾岩型矿床的形成和保存。近二十多年来,我国地质工作者的工作实践也表明我国的地质条件不利于形成兰德型这样巨型的金-铀砾岩矿床。但是,这并不排除在局部地段形成规模较小的砾岩金矿(如山西五台绿岩带基底上沉积的早元古代滹沱群底部的四集庄砾岩内)及在中新生代的一些砂金矿床(如河北马兰峪、山西料堰等砂金矿)。

同国外不同的是,在我国绿岩带中发育着与交代-重熔作用有关的重熔岩浆热液金矿床,这类金矿床主要发育在胶东、辽西、冀北和冀东等地,是当前我国重要的金矿类型和开采对象,至今尚未见国外相似类型矿床的报道,这也是我国绿岩带中金矿的特色。与这类金矿有关的花岗岩是太古宙绿岩带含金岩系深熔作用的结果。花岗岩在空间延伸常与区域断裂方向一致,岩体内含有变质岩等包体。岩石化学成份受围岩的影响较明显,稀土总量变化较大,具有铈负异常,轻稀土强烈富集、重稀土亏损的LREE富集型分布模式。

以胶东金矿区为例,构成绿岩带的变质岩系为胶东群,需要指出的是本区与太古宙绿岩带共同产出的花岗质岩石不是太古宙的,而是分布在乳山—牟平一带的元古宙的昆崙山和鹤山岩体以及中生代的玲珑、郭家岭和滦家河花岗岩。这些岩体是胶东群经深部交代-重熔作用后岩浆侵入的产物。根据矿床形成条件可分为:①焦家式构造破碎蚀变岩型金矿。金矿一般产在构造破碎蚀变带中,矿体主要赋存在黄铁绢英岩化带内,形态简单,矿石成分不复杂,金质来源于胶东群绿岩带,热流体由燕山期交代-重熔花岗

岩提供。②玲珑式石英脉型金矿,产在玲珑黑云母花岗岩内,含金石英脉受断裂系统控制,矿体形态复杂。

三、我国绿岩带金矿资源的远景

我国前寒武纪绿岩带金矿的成矿条件良好,是今后黄金储量增长、寻找大型金矿的重要领域。

1. 胶东、小秦岭、夹皮沟、燕辽、乌拉山等现有绿岩带金矿成矿区(带)的找矿潜力仍然很大。第一,应加强地表和半隐伏矿的寻找。例如,夹皮沟本区金矿虽已开采上百年,近年来还在夹皮沟本区金矿体附近发现了基本上是出露地表的大猪圈金矿体。再如小秦岭金矿区的1200条含金石英脉,详查、勘探的还不到总数的10~15%。第二,加强中深部隐伏矿床的寻找,力争发现新的成矿富集地段。山东地质六队根据地表找矿标志,结合物化探的信息以及矿体受构造控制的空间分布规律,经过反复深入的研究,终于在招平断裂带内发现了距地表250米深的大尹格庄隐伏金矿体。需要指出的是,产在绿岩带中的金矿体一般产状较陡,矿体的延深往往大于延长。国外的同类金矿的开采和勘探深度均较大,例如美国霍姆斯塔克金矿开采深度达1900米,印度科拉尔金矿为3000米,加拿大波丘潘金矿为1500米,科克兰湖金矿延深达2400米,卡尔古利金矿为1000米。我国当前这类金矿的勘探和开采深度均不大。如小秦岭地区勘探深度一般不超过400米,许多地质专家认为在500~1000米深处,还能再找到一个“小秦岭”。夹皮沟地区的多数矿床,勘探控制深度一般在300~400米,目前三道岔、二道沟等矿床的开采深度远远超过了过去提交勘探报告的深度,而且矿还很好。因而在加强地质和科研工作基础上,在矿体延深方向上寻找第二个富集地段是扩大资源的重要途径。

2. 探索新类型和加强对新类型金矿的地质和科研工作。第一,在一个成矿区内要

注意新类型金矿的寻找。如在胶东地区除了加强焦家式和玲珑式金矿地质工作外,还要注意在东部胶东群与元古宙花岗岩接触处的地质工作,以期有新的进展。在小秦岭、夹皮沟等地要注意蚀变岩型金矿的地质研究工作。第二,与铁建造有关的霍姆斯塔克型金矿和产在绿岩带上部层位长英质火山岩和绢云石英片岩中的赫姆洛型金矿在我国虽有矿化,但至今没有重大突破,需要进一步加强这两种类型金矿的地质和科研工作。

3. 加强在长英质侵入岩中的找金工作。以往我国多重视对燕山期花岗岩与金矿关系的研究,但对古老长英质侵入岩,特别是与绿岩带共生的长英质侵入岩与金矿的关系重视不够,而实质上产在花岗岩-绿岩带中金矿的容矿围岩除镁铁质-超镁铁质火山岩外,还有长英质侵入岩。据M.E.Cherry(1983)的资料,加拿大科克兰-拉德湖地区,与长英质侵入岩有关的矿床占全区总储量的69.9%(总储量为772吨),在波丘潘矿田,这类金矿占总储量的60.3%(总储量为1764.9吨)。在我国小秦岭地区,我们的工作说明小秦岭金矿主要产在含斜长角闪岩包体的奥长花岗岩、英云闪长岩和花岗闪长岩内。在夹皮沟八家子、板庙子矿床和四道岔、三道岔的部分矿体的容矿围岩是英云闪长岩。

4. 在“八五”期间除要继续加强东部地区绿岩带和金矿地质的工作外,应逐步开展阿拉善地块、塔里木地块和扬子地台的早前寒武世绿岩带及有关金矿的地质研究工作,以便进一步扩大绿岩带金矿的资源。

油气聚集的新概念

在一般情况下,要形成油藏或气藏,根本无需具备背斜-重力概念的全部因素。只要阻止烃类运移的力超过引起烃类沿地层运移的力就足够了,其中,静水压力就属于引起烃类运移的力。这样,在具有任何构造和岩性特点的多孔隙透水岩层地段上,均可形成油气藏。

(摘自《地质科技动态》1991.1)