



第二讲 超基性岩带与金矿

刘本立

(北京大学地质学系)

本文介绍并综合评述了超基性岩带中找金的情况。初步总结提出了超基性岩形成金矿的基本特征和找矿标志。讨论了金矿源问题。还对超基性岩带中找金提出了一些建议。本文虽然有一定的文献和事实根据,但在一定程度上还在预测领域里。因此,并未追求系统、完整,能引起思考或重视是主要目的。

关键词: 超基性岩; 金矿; 地幔; 球粒陨石; 找矿标志

迄今,实际上国内已经在基性—超基性岩带中找到了一些成型的金矿床。但在认识上,往往是同“层控”相联系。笔者1980年以来,曾在多种场合指出:铁镁—超铁镁岩在一定条件下,在岩体本身形成金矿化存在必然性;对于这类岩体、岩带进行检查性的工作是必要的。

文献与实践

70年代以来,许多学者都指出过,超基性岩是金的矿源。派克(1975)指出,安大略提敏斯区金矿床中的Au来源于太古界的超基性岩。B.Г.莫依森科等(1973)在一系列文章中得出了共同的结论:地壳中金的原始来源是基性和超基性岩浆岩。R.W.博伊尔(1979)指出:在含金带中,金矿床常常与强蚀变(蛇纹石化、碳酸盐化)超基性岩体伴生。“原始”的镁铁质及超镁铁质岩流比时代新的、近期的类似岩石含金量要高。此外,维尔齐(1970)、斯梯芬逊和埃曼(1971)、凯伊斯和戴维森(1976)等都曾指出过,金矿的潜在源岩是原始的含铁镁或超铁镁熔岩及侵入岩。

大量事实说明,基性—超基性岩带中富含金。巴里森科指出,乌拉尔的超基性岩、蛇纹岩、滑石片岩等含金量总是高的,可达 n ppm。维诺格拉多夫指出,苏联某些超基性岩中Au的平均含量为0.1ppm。A.И.格拉别哲夫(1977)曾以“东乌拉尔含金矿床岩石变质特征”为题,讨论了滑石菱镁岩化过程中超基性岩和基性岩化学组份的改变。这表明金矿床产于超基性岩中。据张秋生介绍(1981),意大利利古里亚超基性岩中平均含Au量可达0.1~2.0ppm。毛国洪介绍(1982),新疆取自蛇纹岩化含硫化物斜辉辉橄岩的人工重砂样中,含自然金127粒。云南墨江含铜—镍硫化物的超基性岩中,以偶然的机会发现金矿化,后来探明是成型的金矿床。1981~1983年在金厂地区发现了超基性岩体的内、外接触带有金矿后,对于超基性岩带的含金性仍未引起重视。1982年夏,笔者在宜良物探队讲课时,论证了超基性岩带中找到金矿的必然性,并且正式建议:组织小股力量,先收集资料,检查化探副样,然后现场采样分析,抓住苗头后再开展普查评价工作,“相信会抱个金娃娃的”。经宜良

物探队的努力,在提交的金异常之一——哀牢山的老王寨地区,经云南3队钻探证明,已是相当规模的金矿床。据冯钟燕教授介绍(1988),美国在超基性岩中找到了50~60t级的金矿床。近年来,在我国的一些超基性岩带中,例如,新疆、河北、陕西,都找到了金矿点、金矿床。据不完全统计,我国有60多个大小超基性岩带,每个带中有几到几十个,甚至上百个超基性岩体。当然,在这些带中,只可能有少数含金岩体,正如铜—镍硫化物或铬铁矿在岩带中只有少数含矿那样,不可能个个有金矿。

超基性岩形成金矿的

基本特征

1. 具有水化和碳酸盐化的交代特征

曾有人估计, 1km^3 强烈碳酸盐化的基性—超基性岩石,在水化和碳酸盐化过程中,能释放达62t的金。同时还可以产生大量S、As、Sb以及有色金属。在碳酸盐化过程中能替换出大量 SiO_2 ,即: $(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg})$ 硅酸盐 + $\text{CO}_2 \rightarrow (\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg})\text{CO}_3 + \text{SiO}_2$ 。因此,金的富集往往同铁白云石化、菱铁矿化、菱镁矿化以及硅化或石英脉有关。

2. 蚀变特征

看来,基性—超基性岩中直接形成岩浆矿床的可能性极小,而主要是在后期发生热液交代作用中形成的。由上述可知,蚀变矿物主要是铁镁碳酸盐化、硅化或石英脉。由于水化和碳酸盐化过程中释放出大量S、As等,因而,可形成黄铁矿、磁黄铁矿,还有毒砂。又由于热液的数量很大,作用规模大,因而可以产生大量的绿泥石,形成大范围的绿色蚀变或青磐岩化^①。此外,由于水化引起的蛇纹岩化,也广泛发育。但是只有蛇纹岩化而缺少铁镁碳酸盐化、硅化、黄铁矿化等,是不容易形成金矿的。

3. 具有Au、Ag、As等的化探异常

在超基性岩附近及其内外接触带,发现上述元素的组合异常是极其重要的找矿标志。在基性—超基性岩带中出现成片的异常,有可能构成金矿的远景区。

4. 有利的构造部位

前已论及,基性—超基性岩中形成金矿主要靠后期改造,靠后期热液作用。而这些作用没有导矿构造的存在是不可能进行的。要特别注意穿切岩体的成矿前断裂。在岩体形成过程中,由于热胀冷缩而造成岩体的内、外接触带产生一系列构造裂隙,这往往是有利的成矿部位。实践证明,某些超基性岩带中,岩体的内、外接触带是金的主要富集部位。

5. 绿岩或超基性岩的花岗岩化作用

已有资料表明,基性—超基性岩在变质过程中将有60~80%的Au迁出。而其火山岩比一般岩石更容易蚀变,更容易受变质和岩浆作用的影响而改变其成分和结构。这一系列作用过程中,Au将发生活化转移。比其他岩石更有利于导致Au的再分配和再富集。在火山岩(绿岩)转变为花岗闪长岩的过程中, 1km^3 减少Ag210t, Au12t, H_2O 24.9t, CO_2 5.34t, S2.1t等。 1km^3 超基性岩转变为花岗闪长岩的过程中,减少Ag90t, Au6t, H_2O 204.9t, CO_2 17.58t, S0.69t。因此,当绿岩或超基性岩在花岗岩化过程中,Au、Ag等将发生大规模的转移,有足够丰富的Au、Ag构成各种类型的矿床。

6. 超基性岩经红土化作用形成砂金矿

1955年前后我国地质工作者就认识到,许多大型砂金矿集中在红土化超基性岩区或其两侧。可以设想,超基性岩的造岩矿物均为易风化、易水化的不稳定矿物。在风化、水化过程中,或者先经过水化而后再经过风化作用,Au在反复溶解迁移、再沉淀的过程中,逐渐堆集成具有工业意义的砂金矿。大家知道,由于砂金易采易选,所以其

边界品位只有0.2~0.3ppm。在那些Au含量达 $n \cdot 10$ ppb,甚至 $n \cdot 100$ ppb的超基性岩风化后,形成砂金矿是轻而易举的;因为只要富集10倍就可以成矿。对于那些Au含量在10~20ppb的超基性岩体来说,Au富集20倍以上就可以达到边界品位。相信这种类型的金矿既有现代砂金,也应分析研究其古砂金存在的可能性。看来,此类砂金矿将出现于土壤剖面的下部,其富集部位可能与还原障有关。我国南方的超基性岩带中将会产出此类矿床。北方的超基性岩带,第三纪可能形成红土型砂金矿床。

超基性岩与金矿源

笔者于1982年指出,金矿的最主要的物质来源是地幔物质不同演化阶段的产物。陈光远教授指出(1983),金的矿源具有深源性(幔源)。正如杜乐天教授(1990)所表明的,“这并非是说……,全部来源于地幔,地壳的矿源也不可忽视。但地壳矿源在更早时期也同样仍然来自地幔”。讲到地幔,必须引证一定的陨石资料。目前认为,球粒陨石的平均化学成分,可能代表组成地球的初始物质。由于陨石的化学成分与地球上地幔物质很接近,并由此推断球粒陨石Au的平均丰度代表了上地幔中初始物质的丰度。据魏德波尔(1974)的综合资料,球粒陨石中Au的丰度为0.16~0.34ppm,为Au地壳克拉克值的40~100倍。在我们讨论金矿源时,不可忽视的事实是,“与沉积岩或变质岩成分相似的陨石则从未发现过”(刘英俊,1979)。可以认为,沉积岩和变质岩以及地壳上的基性、中性、酸性岩浆作用,都是地幔物质的演化产物。按杜乐天的提法,除超基性岩外,地壳上的基性、中性、酸性岩浆作用、区域变质、花岗岩化、混合岩化也是幔汁造成的(在俯冲带上可有洋壳水化物回返参与)。

与古老岩系有关的金矿,大而多。对于

这一事实,大体有如下几种解释:

(1)时代越老,地壳厚度越小,亲基性的元素,Fe、Mg、Au等含量越高。这种明显的趋势,本质上反映了地幔物质的丰富程度。就是说,时代越老的地壳,其中所含有的地幔物质越多,而地幔物质中Au含量比地壳一般岩石中要高许多倍,因而Au必然构成高背景,并且由于基性程度越高的岩石(主要指铁—镁、超铁镁岩)越容易变化,Au越容易重新迁移,重新富集。这是后来形成各种类型Au矿床的物质基础。

(2)陨石成因说,在某些地质历史时期,尤其是地球形成的早期,陨落到地球上的陨石数量是相当可观的。地球上的陨击作用是一种不可忽视的、大规模的地质作用。迄今的统计资料表明,全世界范围内,有两大金的成矿期,最主要的是太古代,其次是第三纪。这两个时期,恰好是陨击作用强烈发生的时期。这里所指的陨石,基本上是指球粒陨石。它可组成固态的行星幔,又由于球粒陨石的成分与地球上地幔物质很接近。它们代表了上地幔中的初始物质。球粒陨石中最主要的矿物是橄榄石和辉石;而最重要的超基性岩,也是主要由橄榄石和辉石组成的。这表明它们之间具有亲缘关系。

(3)古老岩系地体的周边,往往发育着穿壳深断裂,这些断裂深达上地幔。这些通道,在地幔演化过程中,将会有地幔物质、“幔汁”等乘虚而进入地壳表部。已有事实表明,这些深断裂带,往往同时存在超基性岩带、火山岩带以及金矿带。

超基性岩体的内外接触带及其周围的金矿化、金矿床中的金是否都是岩体直接改造出来的呢?不能一概而论。可能有如下几种情况:①岩体、熔岩、科马提岩构成矿源岩;②上述岩石只构成矿源的一部分,另一部分由“幔汁”直接带来;③古老基底的,曾作为地幔物质的基性—超基性岩,在不同地质历史时期,由于地热体系的作用,使其

中的金再富集于超基性岩体中,当然不能排除其中一部分金由岩体改造出来。初步看来,由①→②→③与地质历史的发展进程有一定关系。就是说,太古代—元古代时期,①是主要的矿源岩;而后的地质历史时期,“慢汁”和地热体系的作用可能越来越大。应当指出,深断裂带邻近地区的地热体系同“慢汁”可能有一定关系时,对金的成矿会更加有利。

总之,Au(以及其他亲基性元素)与幔源有关,陨石与幔岩接近,穿壳断裂深达上地幔,基性—超基性岩来源于地幔。金矿源的深源性正是基于上述几方面提出的。

在超基性岩带中找金

矿的几点建议

1. 充分利用已有资料

自50年代以后,我国各地质部门就曾程度不同的在各超基性岩带中进行了地质找矿与科研工作,主要是寻找Cr、Ni、Co、Cu和 ΣPt 。在一些超基性岩带,还进行了“会战”。因此,重新收集、分析研究已有的丰富资料,提取其中原先未被注意的找金矿的信息,十分必要,而且省时、省工、省钱。

2. 充分认识超基性岩形成金矿的基本特征

前面讲的“原先未被注意的找金矿的信息”,这是指“超基性岩形成金矿的基本特征”,或者找矿标志。在收集和分析资料的过程中,最重要的是注意“四化”:黄铁矿化(磁黄铁矿、毒砂),碳酸盐化,硅化或石英脉(细脉及复脉),以及大面积的绿色蚀变(绿泥石化)。还要注意超基性岩带中的化探Au、Ag、As等异常以及砂金异常。

3. 以小股力量进行检查性的工作

在前两点的基础上,若保有原先的副样,或者原来未测金的化探副样,有选择地检查一批样。若无副样,可组成3~5人小组在具有找金矿标志的区段进行一些剖面性的检查、取样和化验工作。抓住“苗头”,便可进行面上的工作。

以上意见,与笔者在1982年夏向宜良物探队提的建议的基本意思完全一致。宜良物探队在哀牢山地区已取得突破性的进展。相信还会继续在其他地区取得进展。

4. 在一些古老岩系或中深变质区域内,注意化探异常中的Cr、Ni、Co、Cu等的组合异常,这类异常有可能反映老超基性岩体的存在。这种老岩体变为滑石菱镁片岩,再变为土壤,化探次生晕依然能根据上述元素的组合异常圈出老超基性岩体的存在。1972年前,张长年等就在煎茶岭地区总结出很好的经验。最近了解,该地区已经发现金矿化。笔者建议,在类似的地区,注意化探异常,若其中有Au异常,就更加值得注意。据现有资料,似乎存在一种尚不能最后定论的趋势:时代愈老的超基性岩中,其原始金含量愈高。因此,这些老岩体更应引起重视,而且,以往对这类老岩体中的找矿工作,尤其是找金矿还没有太注意。

在结束本文时,笔者肯切希望现在超基性岩带中找金矿的同事们,总结自己的找矿经验和理论认识。文中的一些提法、设想有待补充和修正。

主要参考文献

- [1] 刘本立,地质与勘探,1982,第7期。
- [2] Некрасов, Е. М., Зарубежные эндогенные месторождения золота, М., Недра, 1988.
- [3] 博伊尔, R. W. (马万钧等译), 金的地球化学及金矿床, 地质出版社, 1984。