

一些金矿床地质问题的讨论

涂光炽

(中国科学院地球化学研究所)

提要 金矿床的地质找矿问题是当前广大地学工作者比较关心和注意的问题。本文为作者 1987 年 10 月在首届全国冶金地质金矿讨论会上所作的学术报告,经修改补充而成。主要从金矿床的一些地质特征,如岩石、构造、成矿时代、矿源岩和围岩蚀变等方面的特殊性,提出金矿地质找矿问题的一些设想及应该注意的问题,和大家共同讨论。

关键词: 金矿地质特殊性 金矿的找矿 铂族元素 岩浆水

对金矿地质工作接触不多,仅提出一些想法和大家讨论,可能不切实际,请大家纠正。

一、首先讨论金矿地质的一些特征,即金矿床区别于其它金属矿床或者它本身的某些特殊性。

1、金的成矿对岩石类型没有什么选择性。无论在那一种变质岩、火山岩、沉积岩、岩浆岩都可以产出金矿,只有成矿规模大小、重要性多大的问题。其它元素矿床还没有见到象金矿床这么广泛的赋存岩类。例如铬,只存在超基性侵入岩中。铁矿的产出岩石类型也很局限、狭窄。但金矿能在广泛的岩石类型中分布。我们先从侵入岩开始,最基性的岩石中有金矿床,而且是很著名的金矿床。最酸性的岩石中也有金矿床,例如花岗岩中的金矿床。加拿大在太古代的斜长岩中产金矿床,而且是很不错的金矿床,其斜长岩的年龄是太古代的。金矿赋存的部位,完全看不出它是斜长岩,已遭受了强烈蚀变,完全变成绢云母石英片岩,且局限在剪切带。剪切带遭受硅化,变成绢云母石英片岩。在其外围,同样在斜长岩里,斜长石变成黝帘石、钠长石、绿泥石的集合体,矿床具有很好的金品位,储量也较大,可以说是最基性岩石中的金矿床。然后是苏长岩。苏长岩含金矿床也很多。在我国超基性岩、闪长岩、花岗闪长岩、花岗岩、高铝花岗岩含金的实例也不少。例如,广西大容山董青石花岗岩中有含金多金属矿床;广西大宁和新疆哈密地区的花岗闪长石产出的金矿等。从侵入岩看,从最基性到最酸性,包括它们当中的过渡类型,都有金矿床出现。

喷出岩也同样是从大量的基性的玄武岩中产出不少的金矿,一直到酸性的流纹岩、英安岩,赋存很多金矿。从我国的新疆到东南沿海都可以找到很多的实例。

沉积岩也是这样,砂岩、页岩、砾岩、碳酸盐岩都可以含金矿。最近在江西北部就找到砂岩金矿。页岩、砾岩含金矿大家都知道。碳酸盐建造中产有卡林型金矿床。

变质岩从很浅变质的够不上绿片岩相的岩石—绿片岩相,直到高变质的岩石都可找到金矿。但是绿片岩相和准绿片岩相对金矿更有利一些。

另一方面,在有些岩石中找到金矿比较多,在世界范围内有两个趋势,在火山岩中偏基性的这一部分是主要的产金对象。在一些酸性的侵入岩、火山岩中也是重要的,特别是我国更应该考虑。但在世界范围内,基性的侵入岩和火山岩中金矿床更多一些。沉积岩与变质岩中,金矿出现的机率高的更多的是含有机质、碳质高的岩石。这样一种分析是否完全合适,看起来有这种趋势。我想举几个例子,从文献中介绍比较多的是苏联西乌兹别克的一个金矿,叫做穆龙套金矿。这是一个晚前寒武系,相当于低级绿片岩相变质程度的黑色岩系里的金矿。整个黑色岩系都是金矿床,而不仅是它的一部分。为什么这个矿床这么大,年产几十吨黄金,就在于整个黑色岩系就是金矿床。我国南方下寒武系的黑色页岩,整个岩系已经浅变质,变成了含石墨的岩系。金产出在大脉和细小网脉中,且分布于整个岩系,含碳相当高,石墨相当普遍,可以设想,它的产金率也是很高的。所谓的“卡林型”金矿,一个重要的特征就是含碳相当高。我国一些产出在沉积岩和浅变质岩中的金矿,常常碳质相当高,例如,东北白云山,河南银洞坡等。十几年前我去夹皮沟金矿参观,其中含石墨也是相当高的。含碳高与金矿有什么成因上的联系,现在还不好说,还要做很多的工作。但是,金矿中含碳高这种现象,是很值得从事金矿地质工作的同志注意。我们贵阳地球化学研究所几位同志正在从事这项研究,研究金矿床的碳及其存在的形式,有多少是有机碳,有多少是非有机碳,然后根据不同碳的存在状态,从实验室的角度来考虑它们与金的搬运和富集到底有什么关系。当然,在变质岩、沉积岩中,还不敢下“碳质多的地方就是金矿的富集部位”这个结论。看来,含 $n\% \sim 0. n\%$ 的碳有利于金的富集,过多也不利,而且,也不可能都有金矿,这就是从地质上来考虑。因此,它的第一个特征是金的成矿对岩石没有什么专属性。

2、我们观察到的金矿床,以及文献上报导的,大多数金矿床受构造控制是很明显的,例外的不多(块状硫化物矿床,硅铁建造中的金矿,南非的含金、铀砾岩)。前述加拿大产出在斜长岩中的金矿,以及超基性岩,苏长岩,辉长岩,沉积岩,火山岩,变质岩中的金矿,几乎没有什么例外。“构造”有的称作剪切带、韧性剪切带、破碎带。不管冠以什么名称,确实金矿体,金矿床,甚至整个金矿田,看起来都明显地受到构造控制。似乎有这种趋势,看来剪切作用先开始,在此基础上,再开张造成了容矿空间,充填了石英脉或微细的网脉,细脉,微脉。

3、赋矿的岩石与金矿床形成时代,往往有一定时差。这也是金矿床一个明显等点。这个时差有的大,有的小。大的几亿到十几亿年,小的几千万年。我还很少发现金矿的赋矿岩石与矿床是同时代形成的。有的金属矿床,如赣南的黑钨矿石英脉。钨矿的成矿年令与它的赋矿岩石黑云母花岗岩时差很少。不管是西华山、漂塘都如此。可以从较多的同位素年令得到证明。如西华山黑云母花岗岩于160m.y形成。黑钨矿石英脉中的铁锂云母、白云母也是这个年龄。赋矿岩石和黑钨矿石英脉的年龄,基本上是同时的。很多沉积铁矿,矿床形成的年龄和围岩也是同时的。但是金的赋矿围岩一般说来年龄要比矿床老。一般是几千万年,甚至十几亿年。可能有例外,希望大家提供不同的事实。现在还没有发现成矿和成岩是同一个时间的,这可能与我国东部多旋回地壳运动有关。金矿床的形成常和某一地区最晚而剧烈的地壳运动有关。因此,我国东部多数属晚古生代和中生代形成的金矿,不管后者赋存岩石的年龄。

这里想插进来说一下铅同位素资料的引用问题。不少金矿中有方铅矿,也可能它的形成与矿化接近。用它做普通铅法,以它代表成矿时间,在一定情况下是可以的。它的运用,应看

具体情况,有时二者一致,普通铅年龄可以代表成矿时代,但确实有不少情况下二者并不一致。普通铅法代表的是铅年龄,即 Pb 脱离 U—Th—Pb 体系的年龄,它不一定是方铅矿的成矿年龄,更不一定是金的成矿年龄。譬如河北涞源大湾,燕山晚期的流纹斑岩侵入到震旦系高于庄组和雾迷山组地层中,斑岩中产有细脉浸染的钼矿。斑岩与围岩接触处的矽卡岩中有闪锌矿,方铅矿,磁铁矿产出,习惯上把矽卡岩的物质来源与花岗岩相联系,认为方铅矿也应具有燕山晚期的年龄。但实际上,大多数方铅矿年龄均为 13~16 亿年。说明铅是震旦系地层的铅,形成矿床则是燕山晚期。铅年龄与铅矿化不是一回事,大湾矿床闪锌矿中含锰很高,可达到 20%,这是十分少见的。而高于庄组地层含锰很高,闪锌矿中的锰也是来自地层的。流纹斑岩的侵入只起活化转移震旦系地层中多种金属 Mn、Pb、Zn 的作用。又如辽宁柴河铅锌矿,产出在中~晚期前寒武系白云岩中,矿脉穿过了侏罗系地层,成矿年龄大约是晚中生代。但它的铅年龄达到 20 亿年,比赋矿地层的年龄 12~13 亿年还老得多。说明铅年龄与铅矿化有时一致,不少时候是不一致的。在我国东部多旋回地壳运动中,往往铅年龄比赋矿地层年龄、成矿时代都老得多。不妨再举我国东北桓仁的矽卡岩铅锌矿床为例,矿床是中生代形成的,但有前寒武纪晚期的铅成为其后的铅矿化的物质来源。因此,如果金矿中有方铅矿,对它年龄的解释就应持慎重的态度。至少要把方铅矿的年龄与金矿化的年龄等同起来的话,需要十分慎重。

4、对很多金矿床来说,矿源岩是个非常重要的因素,矿源岩或矿源层,可以包含基底岩石。虽然层位不一定很准确,但是大的层位是可以确定的。很多同志主张“胶东群”是胶东一些金矿的重要矿源层,广东河台,也存在矿源层,新疆的西准噶尔、阿尔泰都有“矿源岩”。矿源岩或矿源层,不一定能立即指出它的厚度和层位。但是,在不同地区,一定时代和地层,指出它们的大致范围,是可以做到的。它们金的本底较高,比克拉克值高几~十几倍以上,这方面工作国内已做得比较多。这里,顺便提一下,生油岩的研究是油气地质研究的一个不可缺少的重要组成部分,人们要对生油岩中可生成的油作出科学的估算。对金属矿床,特别是较活泼元素(如汞、锑、铀、砷等,在一定情况下,还可以包括铜、铅、锌、金、银等)的矿床,人们还没有认识到矿源岩的重要。但相信,对金矿床,人们迟早会重视这个问题的。

5、金矿床的围岩蚀变,大致多在中~低温蚀变的范围,还很难看到高温蚀变。例如,加拿大的 Copper Rand 金矿,它产于绿岩带的斜长岩中,遭受绢云母石英蚀变。不管是那类岩石中的金矿,无论是侵入岩、火山岩,还是沉积岩或变质岩,硅化都非常明显。硅化并不是在很高的温度下发生的交代,而是偏中、低温的交代产物。绢云母化、铁白云石化、菱铁矿化都不是很高温度下形成的,有的温度还是比较低的。以前在有关金矿床的教科书中,总是说金矿伴随着“高温蚀变”,但到了一些金矿进行实际观察,确实没有发现金矿中伴有铁锂云母、白云母、黄玉、电气石等这些高温蚀变矿物,一般就是硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化等,这些都是偏中、低温形成的蚀变。

上述五个特点,都与金矿床的形成机制有密切的关系。这里仅仅是简单概括一下金矿床与其它金属矿床相区别的五个特征。从金矿研究的发展趋势来看,在世界范围内还要指出两点值得我们注意:

第一、金矿床类型还处在一个不定型的阶段,我国发现新类型的金矿是大有可为的,这一点金矿床与其它金属如铁、铜矿床完全不同。铁、铜矿床类型,我国和世界范围一样,已经定型

了,例如,铁矿就很难发现既不是鞍山式、宁乡式、石碌式、宁芜式,也不是大冶式,又不是海相火山岩型的新类型铁矿。铜矿床也类似,基本上就是砂岩型铜矿、斑岩型铜矿、矽卡式岩型、海、陆相火山岩型、变质型……,大致就是这些类型了,如果想发现不属于这些成因类型的一种新类型铅铜矿是很不容易的。过去对金矿的概念就是石英脉型。当然,不仅仅是我们,就是国外二十年前对破碎带蚀变型的认识也是含糊不清的。经国内、外金矿地质工作者的努力,金矿的概念已经改观了。近二十年来,国内发现了一批非石英脉型的金矿床,包括胶东的焦家,南方的河台金矿;国外八十年代,在加拿大发现一个很大的赫姆洛金矿,产于太古代地层中,相当于我们所说的蚀变岩型金矿,没有石英脉,已知有600吨的金。这个矿就在大公路边上,但多年没有被发现,这是一个新类型。所谓“新”主要是该矿产于太古界绿片岩相的变质岩中,而且和汞、锑共生。在我国,变质岩中尚未发现有汞、锑矿化,在一些太古界的岩石中有很少的锑矿化,即使有也是后期跑进去的。而加拿大的赫姆洛金矿床中所伴生的辉锑矿、辰砂则是太古界本身的。为什么在那么高的变质之下,辉锑矿和辰砂还没有被活化迁移呢?一些学者认为那时的太古界地层非常发育,厚度很大,形成了一个很大的“岩盖”,封存压力很大,在绿片岩相的温度之下,辉锑矿、辰砂也没有挥发掉。他们有这么一种解释,不管其正确与否,总之,这是一个新类型,是八十年代的新发现。近几年来,澳大利亚也有重要的新发现,西澳的Boodington,在三水铝土矿的风化壳中,找到了很好的金异常,据他们说可能会找到一些新矿床。各种不同的氧化带,包括不同的铁帽在内,都是金矿找矿的重要对象,我国长江中、下游已有发现。当然,不仅仅是硫化矿床的铁帽,就是那些经长期风化的地段、氧化带,亦包括超基性岩石的氧化带,还有一些铝土矿,原岩不一定有原生金矿化,这些都是今后寻找金矿值得注意的。因为,金在氧化带、淋滤带相对富集,如有一定的丰度就值得注意。加上八十年代美国发现的麦克劳伦金矿,也可以算是一个新的类型。这样,国外八十年代至少已有这么三个新类型矿床实例。

近几年来在我国黔西南三迭纪地层中发现的金矿床,从类型来看,不完全像“卡林型”,国外也是不多见,也可算是一个新类型矿床。我们既要承认过去一些好的有益的经验,又不要受几十年以前金矿成矿理论的约束。金矿也是一个发展的事物,国外找金矿形成高潮也就是近十几年的事,从时间来看和我们差不多。他们对金矿认识也是逐渐发展的,十几年前他们只找石英脉型金矿,现在也不这样认识了,我们为什么要完全按照他们过去的想法去办呢?我们应从我国的实际地质情况出发,参照他们一些最近的经验,可能要更合适些。

第二,我根据有关资料的初步统计,八十年代国外发现比较大型的重要的新矿床,无论从经济意义或储量规模来看,主要是两种:一是金矿床,二是铀矿床。当然,铜、铅、锌等矿床也有,但最惊人的发现就是这两种。这说明金矿床和铀矿床是大有可为的,还有许多未被认识的规律需待我们去发现,随着这些规律的发现,将会有更多的金矿床、铀矿床被发现,这个事实也是很清楚的,值得我们注意。

由于上述这些特征,使我感到金矿床的形成机制有它一定的特殊性。如果我们考虑到金在许多岩中都可以形成,因此,只要有一定丰度,就有矿源层。在成岩、成矿间有很大的时差,若一个特定的矿源层,经后期各种地质作用的重迭,就是金矿床形成的一个很重要的因素。当然,“后期的”可能是单一因素,也可能是多因素的重迭,而使金活化,然后在比较有利的构造

带、构造软弱部位富集,如剪切地带、破碎带等;搬运金的溶液看来也不是温度很高的溶液,因此,通常形成中、低蚀变。在后期的地质作用中,我比较强调改造作用,因为在不到绿片岩相的条件下,金就可以活化转移,我们目前还尚未发现金矿伴随的高温蚀变,而金在中、低温的条件下就已活化转移了。当然,也不要排除其它的地质作用,如氧化作用、变质作用等。对金矿形成的机制,简单地就说这些。

二、关于我国寻找金矿床的一些想法

这个问题前面已涉及到了,我不准备谈得全面,只说几个方面:

(1) 认真做好基础工作很重要。基础工作包括一些金的丰度调查。我国金的分析水平提高很快,分析已不那么困难,这对于开展金的丰度调查创造了良好的条件。我国的金矿化有一些特定的地层,如含碳或含石墨比较高的地层,就十分值得我们注意,并开展调查工作。有些偏基性的火山岩,那怕做一下其含金丰度的调查,对打开金矿地质找矿的路子是有益的。这些工作似乎见效太远,实际上我觉得并不太远,特别是在一些有利的地层、岩石中,开展金的丰度调查,对金矿的地质找矿是极为重要的。

(2)、能否对过去一些铜矿的废矿以及过去以开采铜矿为主的矿山做一些金的普查工作,我最近了解国内、外确实有一些金矿床含铜比较高,不过达不到单独开采铜的品位,例如,广东的河台及新疆的一些金矿等。加拿大不少太古界地层中的金矿,开始作为铜矿开采,有的已经或将要采完,现在又认识到它们也是金矿床。过去十几年就出现这种情况,在报废的铜矿中经分析含金很高,重新作为金矿开采。当然,铜和金不一定产出在同一个部位。我国的一些铜矿都要注意这个特点,注意铜矿床的含金性。当然,铅、锌多金属矿床和汞、锑、砷、白钨等矿床的含金性也应注意。

这里简单谈一下 Cu、Au 地球化学行为的一致性,特别是它们的成矿意义。在元素周期表中, Cu、Au、Ag 属于同一个族,有类似性。Au 和 Cu 在成矿作用方面,其类似性就表现得更为明显。在表生带, Cu、Au 的行为非常相似,铜可以在铁帽中富集,而且可以成为较大的铜矿床,广东阳春的石碌铜矿就是一个比较好的实例。其矿石主要是孔雀石,有几万吨铜储量在氧化带,氧化带发育开始时,铜可以在氧化带中保存,金也如此。但金在氧化带中的迁移不如铜那样明显,因而金相对富集。从表生带往下是淋滤带,铜在地壳相对稳定的地区可以形成次生富集带,当然,这种实例在我国不多,因为我国地壳变动比较强烈。同样,金在一些矿床中也可以形成次生富集带。在表生带中 Cu、Au 行为是一致的。在火山岩中, Cu、Au 的行为也相类似,它们一般在偏基性部分更多一些,例如,偏基性的玄武岩、辉长岩,有硫化物铜镍矿床、火山岩型铜矿或铜—多金属矿床,而在偏酸性的岩中也有,但比例上要少些,这点 Cu、和 Au 都很相似。在变质岩中, Cu、Au 也同样很类似,如果在原来的变质铜矿中,金有一定含量的话,那就完全可以成为一个 Cu—Au 矿床,有时 Au 的价值要比铜更大,因此,我们是不是应该注意在铜矿中寻找金矿。

(3)、我国东南部的火山岩很值得注意。我国东部包括东南、还有东北的一些地区的火山

岩,分布很广。东南部的火山岩区金矿已有进展,但还没有很大突破。从国外近年已发现的金矿床来看,一半以上都是在较新的中~新生代火山岩中发现的。我国的闽、浙、粤东,还包括江西的部分地区和安徽等有很大一片火山岩出露,而且其中常有一些容易与金矿伴生的矿化,例如,其中有萤石矿,浙江的萤石是很著名的,火山岩中常常伴生有萤石矿。东南一带的叶腊石也很有名,不少火山岩金矿也可能有叶腊石存在。总之,火山岩金矿的一些形成条件,在我国东南沿海一带是存在的。同时,我还要指出火山岩型铀矿与火山岩金矿有一定的联系,我国火山岩型铀矿已有较大的突破,因此,火山岩金矿的发现是完全可能的,今后,可能会有较大的发展。

(4)、对古砾岩型 Au—U 矿床的一些想法。无疑古砾岩型 Au—U 矿床在南非是很重要的,储量惊人。在过去的 100 年中,已产金 4 万吨, U_3O_8 136500 吨。加拿大也有含 Au、U 砾岩,巴西、澳大利亚也有一点。所谓金、铀砾岩,其形成的年龄大致是 22~27 亿年。当然,我们对此应该感兴趣,但不应对这种类型的金矿寄予过多的期望,应该对适合我国地质条件的其它类型的金矿给予更多的注意。这主要是从我国的地质条件来考虑,包括我国、苏联和东西欧,目前皆尚未找古砾岩型金矿。欧亚大陆,特别是我国东部的地质历史与南非、加拿大不太一样。南非在 22~27 亿年已是非常稳定的地台,沉积了面积很大的以石英卵石为主的砾岩。而我国此时还是早元代的地槽发育区,没有稳定地台环境形成厚大的沉积砾岩,再加上后来地壳变动和变质,即或能形成古砾岩型金、铀矿床,也不容易保存。我想我们是否可以更多地注意我国地质条件下有利的金矿类型,例如,浅变质黑色岩系、铜矿床中的金矿化、花岗岩类岩体内外的金矿床、火山岩中的金矿床,以及我国华南广泛存在的碳酸盐岩中的金矿床等。我国南方从 Z—T,几乎每一个时代都有碳酸盐岩分布,包括湖南西部、贵州的大部、云南的一部分、四川和广西等。应在碳酸盐岩中富硅质和富有机质的部分寻找卡林型或类似卡林型的金矿床,例如,黔西南都是应该考虑的重要对象。因此,应该根据我国的实际地质情况打开思路,广开思路,制定寻找金矿的长远规划。国外的一些经验、看法、手段我们都应加以利用,但不应过多地受他们的影响。

三、注意与金有关的铂族元素的找矿问题

铂族元素的来源,很长一个时期,无论是世界范围,还是我国都是从硫化铜镍矿床的综合利用中回收。我国主要是金川、红旗岭等硫化铜镍矿床中,还有一部分进口,亦有少量从回收废旧中解决。铂族元素也是贵金属,是否能从非硫化铜镍矿床中打开寻找铂族元素矿床的局面呢?实际上我国较早就已注意这个问题了,二十年前,在云南省的元谋的一个超基性岩体中就发现了铂族元素。硫化铜镍在岩体中呈稀疏浸染,不具备开发条件,铂族元素的矿量很小。但八十年代国外铂族元素的找矿有新的进展,已在南非和美国西部两个地区发现大的堆积岩中有侵染状的独立的铂族矿化。过去人们只注意在堆积岩中找钨钛硫铁矿、硫化铜镍矿床,但是,已在这个大的堆积岩中找到了原生的独立的铂族元素矿床,而且与块状铜镍矿床无关。美国西部的 Stillwater 已筹建矿山,进展很快,今年在试采。南非也是最近几年的事。铂族元素

今后将是非常重要的金属，我们现在注意不够，我建议在基性堆积岩的找矿工作中，应当考虑铂族元素问题，并不一定要硫化铜镍大量富集，而且当它有少量侵染时就应该注意会不会有较多的铂族元素的富集。

四、两种不同类型花岗岩型脉型矿床问题

以前很长一个时期，人们总认为这些矿床是花岗岩浆结晶分异形成的热液矿床。现在看来很可能有两种：一种是“岩浆水”形成的矿床；一种则不是“岩浆水”形成的，而是大气降水下渗形成地下热水或热卤水形成的矿床。

现在叫“岩浆水”，而不叫“岩浆期后热液”，其中有一个理由就是这个“岩浆水”的概念是采取了一些同位素工作者的提法。什么叫做“岩浆水”？岩浆水是在岩浆温度下与岩浆处于平衡状态的水。岩浆的温度一般是 $500\sim 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，在此区间与岩浆处于平衡的水，包括一些岩浆结晶分异所产生的，但不止是这部分水，而这种水是花岗岩本身的。另外，一种是在氢氧同位素成份上与“岩浆水”十分不同的水，它主要是大气降水。这种水下渗并溶解了花岗岩和花岗岩围岩中呈分散状态的成矿元素，然后转移到构造软弱带中形成脉状矿床。

我们所说的花岗岩型脉型矿床，是指产于花岗岩体中、接触带或离花岗岩接触带距离不大远($100\sim 200\text{m}$)的矿床。很长一段时间内，这种矿床都被认为是与花岗岩浆热液有关的矿床。我国核工业部的同志通过对华南花岗岩型铀矿的工作，首先提出了不同的看法，认为华南花岗岩型铀矿并不是岩浆热液矿床，而是地下水热液矿床。我想作个对比，这涉及花岗岩型金矿，有时是以金为主，伴生有铅锌；有时则以铅锌为主，伴生有金。在华南如大宁岩体、花岗闪长岩内石英脉就是以产金为主，伴生有银、铅、锌；大容山的董青石黑云母花岗岩和湖南的一些岩体，都有含金脉。它们到底是什么形成机制？我想对比一下，一类是“岩浆水”形成的；一类主要是被加热的地下水，是大气降水而形成的。这两类都有一些实例，前者如赣南的石英—黑钨矿脉，后者如花岗岩中的萤石脉。至于花岗岩中的铀矿、金矿、铅锌矿等，有一些是岩浆水形成的，但另一些则是大气降水成因的，列简表如下(表1)：

综上所述，我想把花岗岩型脉状矿床分为两类，这种分法是否合适，请同行们讨论。当然，并不排除有“岩浆水”类型的金矿床。但大多数是被加热的地下水形成的，而且形成的温度不很高， $100\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 就可以把花岗岩或花岗岩围岩中分散状态的金溶滤出来，形成金矿。

此外，在工作方法上，特别是微细粒金的工作，苏联最近利用放射性照相，取得了很好的效果。Au不是放射性元素，他们是把微细粒的金矿石放在反应堆里照射，Au的半衰期短，因而可产生强放射性，因此，照射后作放射性照相，产生了很好的效果。这对我们开展微细粒金的研究和找矿，特别是在黑色岩系、碳酸盐岩以及硅岩中微细粒金矿的研究工作中很值得一试的工作方法。

关于金矿的这些意见，有班门弄斧之嫌，不妥之处请纠正。

两类不同成因形成机制对比简表

表 1

Table 1 comparison of the genetic mechanism of magmatic
water Au—deposit and heated meteoritic water deposit

类 型	岩 浆 水 成 因	被加热的大气降水形成的地下水成因
实 例	赣南黑钨矿石英脉; 某些 Au、Pb、Zn 矿。	花岗岩中的萤石、铀矿和一些 Au、Pb、Zn 矿。
岩 体	多为岩株、岩瘤, 一般小于 10km ² 。如西华山岩体。	常为大岩体, 一般大于 100km ² 。如: 大容山岩体、大宁岩体。
岩 相	分异完善, 各岩相带清楚。	岩体分异不全, 单调。
直接赋矿 花 岗 岩	黑云母花岗岩	各种类型, 董青石花岗岩、花岗闪长岩、花岗岩。
侵 位	高侵位。	一般原地、半原地或低侵位。
成岩成矿 时 差	基本上无时差。	时差几千万年至几亿年或更多。
蚀变类型	高温。白云母化、电气石化、铁锂云母等	中低温。硅化、绢云母化、碳酸盐化等。
成矿温度	250~350℃	100~250℃
成 矿 水	岩浆水为主	大气降水为主

DISCUSSION ON GEOLOGICAL PROBLEMS CONCERNING GOLD ORE DEPOSITS

Tu Guangzhi

(*Institute of Geochemistry, Academia Sinica*)

Abstract

This paper sums up the globe gold ore deposits which are different from other metal ore deposits characterized by occurring in various rocks, being controled by fractures, having a time interval between the age of the enclosing rock and the deposit, having source beds and special alteration patern in the enclosing rock. Based on this the author points out the direction to search for gold ore deposits in China and the problems which must be taken care of. He considers that gold and copper has similar geochemical behavior therefore re-investigation and re-assessment of gold should be carried out in the cooper mining areas; that gold abundance should be surveyed in special high carbon-bearing horizons and attention should be paid to mesozoic volcanic rock areas and the continuing oxidation zones; that in prospecting for gold the clue for PGE can not be oversighted and it must be careful to use normal Pb isotopic data in gold metallogeny research. Because gold deposit types are not settled it is possible to find new type of gold deposit in China the Chinese geologists are encouraged to smash trditional gold metallogeny theories and make a breakthrough in gold prospecting.