

中国东部重要类型金矿床成矿理论研究

马东升

(南京大学地球科学系)

【摘要】 黄金是我国当前最急需的矿产之一,其产量和储备对我国当前的经济发展和对外贸易具有重大影响。要使我国黄金事业有持续稳定的发展,必须强调有关金矿床的基础地质和成矿理论研究,必须以对国内重要典型金矿及其区域产出和分布规律的深入研究为突破口。为此,国家自然科学基金委员会于1989年将“中国东部金矿重要类型成矿条件,富集规律及找矿方向研究”列为重大项目。该项目由南京大学主持,联合其它八个单位共同进行。项目下设四个课题,分别对华北结晶基底中的金矿床,华南浅变质岩系中金矿床,微粒浸染型金矿床和火山-次火山岩型金矿床进行研究。本文介绍了项目的组织实施情况和已取得的主要成果。

一、项目的意义和目标

由于世界黄金价格自70年代后期迅速上涨,各产金国对金矿勘查和地质科研都给予高度重视。迄今,国外已发现若干百吨以上储量的大型、特大型金矿,并在太古代绿岩带金矿,卡林型金矿和火山热泉作用的浅成金、银矿床等重要类型矿床的成矿条件和成因研究方面有明显进展,提出了许多有关金矿形成的新理论和新概念,发展了新的找金技术和方法。目前世界金矿科研和找矿活动正处于一个大发展时期。

中国是世界上开采利用黄金最早的国家之一,但对金矿床的系统研究和黄金生产的迅速发展则始于70年代中期。十多年来,我国已在黄金找矿勘探中取得了重大成就,发现了一大批大、中型矿床和若干新的金矿类型,积累了较多的金矿地质资料,黄金年产量以平均10%以上的速率递增。目前我国金矿工业储量占世界第七八位。已有的研究表明,我国金矿分布广泛,有良好的金矿形成条件和找矿前景。

虽然我国金矿类型齐全、分布广阔,但已知矿床的规模却较小,大型金矿不多,且分布过于集中,勘探和开采深度较浅;在已掌握的独立金矿资源中,绝大部分已被开采或即将开采,缺少资源后备基地;成矿规律通常具有明显的区域性差异,结合我国地质条件的成矿理论研究尚无根本性突破,十多年来获取的大量实际资料和成矿现象亟待总结提高。理论研究的落后常导致找矿有一定的盲目性。因此,要使我国黄金事业有持续稳定的发展,必须加强有关金矿资源分布规律的基础地质和成矿理论研究,提高找矿理论水平,以科学理论指导找矿。

为此,本项目将工作重点放在占有我国大部分黄金储量、并具备良好开发条件的东部地区。以具有最大潜在储量的主要类型金矿为主攻目标,强调基础理论研究。目的在于阐明重要类型金矿的分布规律和形成机制,总结重要类型金矿的综合找矿标志,建立符合我国地质实际的包括“源-运-储”各成矿环节的金矿成因理论体系。这对于增加我国黄金资源储备,深入认识我国金矿成矿作用特点,揭示金的地球化学活动规律,并在金矿成因理论研究领域赶超

世界先进水平等方面均有重大的学术价值和经济意义。此外,本项目还涉及中国东部区域地质的基础研究和区域地球化学的基本数据对该区岩石圈的演化和伴生矿床的分布及形成规律研究,并可为有关地区的环境、农林等非地质领域的研究提供化学元素背景丰度资料。

二、项目内容、组织和预期成果

为使我国金矿成矿理论研究有所突破和建树,我们以深入研究各地重要、典型金矿和有关区域成矿规律为突破口,选取四种赋矿围岩中的重要矿化类型作为主要研究对象。它们均为储量大,并在我国有良好前景的金矿床。项目下设四个课题:(1)华北早前寒武系结晶基底中的重要类型金矿;(2)华南元古界(部分古生界)浅变质岩系中的重要类型金矿;(3)卡林型、类卡林型金矿;(4)陆相火山-次火山岩金矿。研究内容主要包括以下方面。

1. 中国东部金矿重要矿床类型、矿化特征、控矿因素和时空分布规律。
2. 含金建造的地质-地球化学特征以及区域成矿地球化学背景与金矿化的关系。
3. 成矿控矿构造的演化及含金韧性剪切带的研究,与矿化有关的花岗岩类的研究及其与成矿的关系。
4. 金矿床的围岩蚀变和成因矿物学研究。
5. 金的地球化学迁移-富集规律和重要类型金矿床的成矿物理化学条件。
6. 金矿床的地质、矿物、地球化学找矿和综合找矿标志的总结,以及重要金矿类型的成矿预测和找矿方向。

此外,在研究中探索新的金矿类型和新的找金方法,研究不同重要类型金矿之间的相互关系也是项目的内容之一。通过以上工作,了解金等有关成矿物质在成矿演化中的影响因素,阐明各主要类型金矿形成过程中金的迁移-富集机制,建立成矿模式和找矿模式。

本项目由南京大学主持,参加研究的单位有:北京大学、中山大学、浙江大学、青岛海洋大学、天津冶金地质研究院、华东有色金属勘探公司、安徽地质科学研究所和江苏地质矿产研究所。

本项目于1989年1月开始执行,1992年12月结束。预计成果:在理论上,提出我国东部重要类型金矿的时空分布规律、“源-运-储”成矿机制和有关模式,建立具有我国特色的金矿成因理论基础。成果以科学论文和专著形式发表,并达到国内领先水平,在部分重要理论问题方面居世界先进水平,力争领先地位;在基础应用方面,将提交一批找矿靶区和远景成矿区带供生产部门验证,开辟新的远景区带。若干新矿体的发现可直接提供经济效益;人才培养,主要由高等院校承担,预计可培养不同专业的博士、硕士约40名,以及一批我国金矿研究方面的青年学术骨干。项目开展两年来已获得一批基础理论和应用研究成果,发表论文40余篇。关于江南地区金矿地球化学背景和成因机制研究,以及中国东南部火山岩、次火山岩与成矿关系的研究获两项1990年国家教委科技进步一等奖(甲类)*。

三、“源-运-储”成矿过程研究进展

通过对中国东部已知各种类型的几十个重要金矿床进行的系统矿床学和地球化学研究和

* 含部分以往研究工作

成矿背景研究,已获得进行深入理论分析归纳所必需的基本资料。所研究的重要类型金矿包括东北夹皮沟地区、辽吉地区、东秦岭—桐柏地区、胶东地区、江南地区、武夷山地区、粤西地区、皖南、贵州和海南岛等地区。对东北、豫西、江南、粤西等关键地区的重要类型金矿床的分类、矿化特征、主要控矿因素和时空分布规律进行了区域性的总结,提出了地区性的成矿模式和找矿模式,并对金矿成矿物质在成矿过程中的“源—运—储”机制理论研究取得了若干重要的成果和发现。

1. 成矿物质来源是矿床成因研究中具有较大难度和受到高度重视的理论问题。我们的研究表明,在中国东部各金矿化集中区内,除了若干有混合岩、花岗岩类广泛发育的超角闪岩相深变质地区和金矿化高度密集区(带)之外,所有主要控矿地层与大陆上部地壳相比都或多或少地具有金丰度偏高的成矿元素初步富集特征,如华北地区的孔达岩系、有关绿岩带及胶东群,华南地区的元古界和震旦系及一些较新层位,从而基本确立了矿源层或含金建造作为成矿物质基础的先决条件。有关研究提出,中国东部重要金矿成物质来源一般具有早晚两大阶段的差异性,即早期原始含金建造的矿质来源与幔源火山作用有关;而晚期沉积岩、浅变质岩中的衍生含金建造及金矿床的矿质来源则以地壳本身为主。因此,在中国东部金矿化过程中,金具有较长的活动历史,成矿物质在地壳中有再循环的特征。

2. 在成矿物质的输运方面,研究揭示,已知的重要类型金矿均与不同表现形式的能量释放区(带)有密切的时空成因联系。活动地体边缘的各种俯冲造山带、长期发育的深大断裂带以及有关的古地热活动区,在一定的成矿物质基础支持下,均可能形成具有不同矿化特征的金矿床。金矿成矿期或金元素的富集期往往与地质历史上的主要释能事件,即热事件或动力事件相吻合。例如:江南元古界中的重要金矿床主要成矿期分别与雪峰运动、加里东运动和燕山运动有关;胶东金矿的形成具有矿源层形成期、区域变质再富集期和燕山叠加成矿期“三期一体”的演化历史。微量金的活动性和我国地质演化的多旋回性,即能量释放的多周期性,是造成金在我国东部具有长期活动历史的另一主要原因。

对金输运环节的研究,还发现在成矿密集带控矿地层中区域规模金亏损,而以往地层金亏损的确定仅限于近矿围岩。研究表明,在江南元古界重要金矿和高密度金矿化带以及豫西华熊地块金矿密集带中都伴生有较大范围的地层金亏损。由此而揭示了成矿过程中由于金的活化转移造成的局部金矿化与区域金贫化相辅相存的地球化学共轭辩证关系。由于金的活动性,目前在金矿化密集带或强能量叠加区内观察到的“低背景”现象,应从演化的角度视为是成矿作用的结果。在金矿成因分析中对这一因果关系的澄清,从理论上解决了含金建造中金分布量观测上的矛盾,并为金矿找矿勘查提出了一个新的研究方向。

此外,通过对主要类型金矿进行系统的同位素、微量元素、包裹体溶液和成矿模拟综合研究,已获得若干典型金矿形成过程中,金迁移的活化率与介质、环境物理化学条件的关系,以及成矿溶液来源等与输运过程有关的资料。

3. 对金矿成矿环节中“储”的研究,主要涉及金矿床本身的时空分布、矿床类型、矿化特征和成矿物理化学条件等一系列问题,这些问题与金在局部空间内产生品位级沉淀富集机制有关,并与前述的“源”、“运”环节之间有紧密联系。这类问题的解决将对中国东部金矿床的找矿勘查和成矿理论模式的建立起直接的推动作用。所获研究进展如下。

在金矿时空分布的宏观尺度上,我们提出了各主要金矿化集中区的成矿区带、或成矿地球

化学区的初步划分方案。如:江南金成矿带可分为东西两个成矿地球化学区和四个亚区;粤西地区的金矿床分为四个成矿带和九个成矿区;东秦岭地区在研究范围内划分出两个一级成矿区带,七个二级成矿区和四个成矿亚区带。这些区域性金成矿区带在空间上与前述区域性能量集中释放区(区域变质、构造运动、岩浆活动等)一致;在时间上与各区主要能量释放期吻合。它们主要与大陆内部板块、板片或地体边缘有关。

关于金矿床具体产出的局部赋矿位置方面,根据大量第一手资料,现已查明,在构造区域性挤压背景下发育的各种局部扩容空间(dilatational Sites),如浅变质岩和沉积岩中弧形构造的张性剥离部位、菱形断块的锐角相交部位、构造岩中的韧性剪切带、侵入岩周围的接触应力带、以及火山-次火山岩中的中心式火山机构或角砾岩筒等,是各类内生金矿床的主要储矿空间。金矿床的有利成矿空间既是成矿流体集中汇聚的部位,也是成矿能量(包括热能和动能)集中作用的位置,如俯冲带的上盘、花岗岩化或侵入体的边缘、以及韧性剪切带和层间破碎带和构造交汇点等等。这些部位同时也是物理化学条件发生显著变化的场所,温度、压力、氧逸度都有明显改变,不同性质溶液的混合、围岩力学性质与化学性质也有变化。通过对主要类型金矿床的详细研究,确定了主要涉及矿石沉淀的P-T-X参数、金的迁移形式和沉淀条件,并建立了若干重要类型金矿床和地区性金矿化的成矿模式。

四、成矿预测和找矿应用性研究成果

在对东秦岭地区区域成矿综合分析的基础上,与当地生产部门配合提出了研究范围中的9个成矿预测区。在胶东牟平-乳山一带重要金矿床研究中指出了深部及外围的找金方向,经地质队和矿山工程验证,已发现多处有工业价值或远景的新矿体。在江南地背斜金成矿带中,提出了有关韧性剪切带型、浊积岩型和层间石英脉型金矿的地球化学异常特征或分带。并指出,在以金找金的地球化学勘查中,应重视含金建造中的金低背景区内的低缓金异常,和重视含量变异系数的指示参数。在武夷山地区,发现了新的金矿,评价表明,其深部有一定的发展前景。通过对一万多平方公里化探资料的分析,圈定了7处异常,现已有6处工程验证见矿,此外,对粤西地区的研究,已提出了该区初步的找矿标志,并圈定了11个原生金矿找矿靶区。有关皖南的找矿应用研究也取得了明显的进展。

五、今后工作

1. 对重要类型金矿进行深入研究,并从中选择几个重点矿床对照任务书内容进行工作检查。
2. 以二、三级课题组为单位,提出有关研究区内重要类型金矿床和区域成矿背景及有关成因的整体认识,进行专家会审,以便统一认识和发现问题,及时进行补充性研究。
3. 对胶东地区区域内的研究工作进行汇总,在已有基础上深入研究重点矿床及金矿化与花岗岩成矿的关系。
4. 加强有关基础薄弱地区的研究工作和各研究区之间的资料交流工作。
5. 深入研究典型重要类型金矿床的成矿物理化学条件,使结论更趋具体化、定量化和微观化,重点是阐明问题的机理。
6. 对重要类型金矿床及其区域成矿条件的已有资料与国外相似类型的成矿特征和成矿

条件进行综合对比。

7. 对研究资料和数据进行汇总和综合理论分析,完善成矿区段划分并结合进行远景区和靶区的圈定。研制并提出有关成矿模式和找矿模式。

STUDY ON METALLOGENIC THEORY OF IMPORTANT GOLD DEPOSITS IN THE EAST OF CHINA

Ma Dongsheng

(Department of Earth Sciences, Nanjing University)

Abstract

Gold is one of the most-needed metals in China at present. Gold product and reserve have a tremendous and immediate influence on economic development and foreign trade of our country today. In order to keep up a steady increase in gold product of China, emphasis must be placed on the studies of basic geology and metallogenic theory concerning the gold deposits at home and the breakthrough point must be made in the thorough investigation and study on the important and representative types of gold deposits and on the pattern of their occurrence and distribution in region. Started in 1989, therefore, a four years key research program "Study on ore-forming conditions, metallogenic pattern, and exploration prospect and target of important types of gold deposits in East China" has been supported by the NSFC. Five universities and four institutes, of them Nanjing University is in charge, jointly take part in the program which includes four projects respectively study on the gold deposits in the crystalline basement of North China, ones in low-grade metamorphic rocks of South China, ones of microgranular-disseminated type and volcanic-subvolcanic type. The organization, implementation and the major achievements made in this program since the starting of the study are introduced briefly.