

# 中国金矿成矿规律的初步研究

母瑞身 韩仲文 徐庆国

沈阳地质矿产研究所

1985年

内部交流  
注意保存

# 中国金矿成矿规律的初步研究

母瑞身 韩仲文 徐庆国

沈阳地质矿产研究所

编 辑 沈 阳 地 质 矿 产 研 究 所  
(沈阳市北陵大街)

印 刷 地 质 印 刷 厂

印刷日期 1985年5月

---

内部交流

注意保存

## 内 容 简 介

本文以大量实际地质资料为基础，较全面系统地研究了中国金矿分布特征及其成矿规律。参考了近代国内外成矿理论和国内最新研究成果，重新划分了我国金矿床的主要成因类型，论述了每一类型的主要特点及各类型之间的内在联系，强调了变质热液型和交代—重熔岩浆热液型的重要性。本文提出了金矿化集中区的概念，共建立了23个金矿化集中区，并逐一简述了金的成矿区域地质背景，讨论了主要的控矿因素，介绍了典型矿床实例。本文从金矿集中区的概念出发，讨论了找矿方向，除分析金矿集中区的主要分布趋势，指出重要金矿集中区的找矿远景而外，还划出了8个金矿潜在区。

本文是一部有关金矿地质的综合性论著，可作为从事金矿和其他矿产普查勘探的地质技术人员及科研、教学人员参考。

## 前 记

我国金矿资源丰富,开采历史悠久。为把全国金矿地质情况摸清楚,1975年地质部决定由沈阳地质矿产研究所完成此项任务,当时承担此项工作的除作者之外,尚有阮忠义、李之彤、李志珍、吴昌华、王绍仁诸同志,陈素珍同志协助完成了部分工作。当时只草编了1:200万全国金矿分布图及编写简要说明书,便中途停止。1979年地质部、中国地质科学院正式下达“全国金矿成矿规律初步研究”的课题。在本课题研究过程中,除作者之外,束庆成、赵宏学两位同志参加了部分工作。

在本课题研究过程中,曾得益于程裕淇、郭文魁、岳希新诸先生的赐教,自始至终得到地质矿产部地矿司、科技局及李舒高级工程师、孙丕基工程师、黄祖树工程师的帮助和指导。

本所秦鼎、靳毓贵两位研究员曾详细审查了课题的总体思想,指导制订了课题的研究方案,并随时在技术上、学术上给予指导。矿床研究室全体同志、科技处、情报资料室、绘图室及其它有关处室都给予了大力的帮助。

初稿完成后,承蒙胡伦积、卢作祥、郑明华、姚凤良、齐克毅、吴美德、李慧珍、汤石林、胡庆成、赵圣琮、庄忠彬、杨殿发、赵光赞、王季亮、李秀及陶铁镛、李文亢、韦永福、段瑞焱、王孔海、吕英杰、韩世珍、李之彤诸同志审阅,并提出了许多宝贵意见。

本文应该视为全国广大金矿地质工作者集体劳动的成果,因为基本资料均为大家积累。特别是黑龙江、吉林、辽宁、山东、河南、河北、内蒙、湖南、陕西、新疆、浙江、福建、四川、贵州、云南、甘肃、广西等省(区)地质局、冶金地质勘探公司及有关地质队和生产矿山的大力支持,使野外调查和室内整理研究工作得以顺利进行,笔者谨表谢意。

# 目 录

序言.....	(1)
第一章 金矿床的主要成因类型.....	(3)
一、变质热液型 .....	(5)
二、岩浆热液型 .....	(8)
三、火山热液型 .....	(11)
四、渗滤热液型 .....	(14)
五、沉积砾岩型 .....	(15)
六、砂金 .....	(16)
第二章 金的矿化集中区 .....	(19)
第三章 金的矿化集中区分述 .....	(22)
一、爱辉—呼玛集中区 .....	(22)
1. 岩浆热液型 .....	(24)
2. 火山热液型 .....	(25)
3. 砂金 .....	(26)
二、嘉荫—鹤岗集中区 .....	(30)
1. 变质热液型 .....	(31)
2. 岩浆热液型 .....	(34)
3. 火山热液型 .....	(35)
4. 砂金 .....	(37)
三、延吉—东宁—鸡西集中区 .....	(38)
1. 岩浆热液型 .....	(39)
2. 火山热液型 .....	(44)
3. 沉积砾岩型 .....	(48)
4. 砂金 .....	(48)
四、桦甸—抚顺集中区 .....	(49)
1. 变质热液型 .....	(50)
2. 岩浆热液型 .....	(55)
3. 火山热液型 .....	(56)
4. 砂金 .....	(56)
五、丹东—营口集中区 .....	(56)
1. 变质热液型 .....	(57)
2. 岩浆热液型 .....	(62)
3. 砂金 .....	(62)
六、张家口—赤峰集中区 .....	(64)
1. 变质热液型 .....	(66)
2. 火山热液型 .....	(72)

七、白云鄂博—白乃庙集中区 .....	(75)
1. 岩浆热液型 .....	(76)
2. 砂金 .....	(77)
八、燕山集中区 .....	(81)
1. 变质热液型 .....	(82)
2. 岩浆热液型 .....	(86)
3. 砂金 .....	(90)
九、招远—乳山集中区 .....	(90)
1. 变质热液型 .....	(91)
2. 岩浆热液型 .....	(92)
十、五台集中区 .....	(102)
1. 变质热液型 .....	(104)
2. 火山热液型 .....	(105)
3. 岩浆热液型 .....	(107)
4. 渗滤热液型 .....	(107)
5. 砂金 .....	(108)
6. 沉积砾岩型 .....	(108)
十一、灵宝—嵩县集中区 .....	(108)
1. 变质热液型 .....	(109)
2. 岩浆热液型 .....	(115)
3. 沉积砾岩型及砂金 .....	(117)
十二、西峡—南阳集中区 .....	(119)
1. 变质热液型 .....	(119)
2. 岩浆热液型 .....	(125)
3. 砂金 .....	(128)
十三、鄂西北集中区 .....	(128)
1. 变质热液型 .....	(129)
2. 岩浆热液型 .....	(132)
3. 砂金 .....	(132)
十四、丽水—建瓯集中区 .....	(133)
1. 变质热液型 .....	(134)
2. 岩浆热液型 .....	(139)
3. 火山热液型 .....	(139)
十五、台湾集中区 .....	(141)
十六、沅江—湘江集中区 .....	(143)
1. 变质热液型 .....	(144)
2. 沉积砾岩型 .....	(149)
3. 砂金 .....	(150)
4. 渗滤热液型 .....	(151)
十七、平南—连县集中区 .....	(151)
1. 变质热液型 .....	(152)

2. 岩浆热液型 .....	(158)
3. 渗滤热液型 .....	(159)
4. 砂金 .....	(159)
十八、博白—罗定集中区 .....	(161)
1. 变质热液型 .....	(162)
2. 岩浆热液型 .....	(164)
3. 砂金 .....	(166)
十九、太白—柞水—安康集中区 .....	(168)
1. 变质热液型 .....	(168)
2. 渗滤热液型 .....	(171)
3. 砂金 .....	(172)
二十、略阳—小金—木里集中区 .....	(175)
1. 变质热液型 .....	(176)
2. 砂金 .....	(181)
二十一、三江流域集中区 .....	(184)
1. 变质热液型 .....	(184)
2. 砂金 .....	(191)
二十二、黔西南—桂西集中区 .....	(191)
1. 渗滤热液型 .....	(192)
2. 砂金 .....	(198)
二十三、准噶尔集中区 .....	(198)
1. 变质热液型 .....	(199)
2. 火山热液型 .....	(203)
<b>第四章 找矿方向</b> .....	(205)
一、我国金矿在地域分布上的主要趋势 .....	(205)
二、金的潜在区 .....	(207)
1. 漠河—额尔古纳右旗区 .....	(207)
2. 大别山区 .....	(208)
3. 西昌—晋宁区 .....	(209)
4. 祁连山区 .....	(210)
5. 天山之北山区 .....	(212)
6. 西天山地区 .....	(214)
7. 阿尔泰山区 .....	(215)
8. 雅鲁藏布江区 .....	(216)
三、某些主要集中区的找矿前景 .....	(217)
1. 招远—乳山集中区 .....	(217)
2. 灵宝—嵩县集中区 .....	(218)
3. 丹东—营口集中区 .....	(219)
4. 桦甸—抚顺集中区 .....	(220)
5. 张家口—赤峰集中区 .....	(220)
6. 白云鄂博—白乃庙集中区 .....	(221)
7. 燕山集中区 .....	(222)



四、加强对西北地区成矿远景区的研究 .....	(222)
五、关于伴生金的讨论 .....	(223)
结语 .....	(225)
参考文献 .....	(227)

# 序 言

“成矿规律”这一概念系由法国地质学者路易·德洛内 (L. de Launay) 于1892年建立。在十九世纪末二十世纪初的地质科学领域里,对矿床成因理论的研究已逐渐形成了世界性几大学派。以路易·德洛内为代表的法国学派独树一帜,强调研究成矿理论必须着重于分析区域含矿性,研究矿床必须与区域地质及大地构造紧密结合。这一见解为以后许多学者所接受,并逐渐发展为一门独立学科,成为矿产预测的主要研究手段。

近一个世纪以来,区域成矿规律的研究已获巨大进展。在这一领域居于重要地位者,国外有苏联学者IO. A. 毕利宾地槽发展五阶段的成矿规律说;法国学者P. 鲁蒂埃的同源、继承和地球化学区三位一体的成矿规律说;美国学者吉尔德和苏联学者A. A. 科瓦列夫从板块构造出发而建立的不同类型活动带成矿规律说等。国内则有李四光的构造体系成矿规律说;黄汲清的大地构造多旋回成矿规律说;陈国达的地洼即活化区的成矿规律说以及程裕祺的成矿系列、涂光炽的叠加与再造、郭文魁的构造—岩浆成矿等概念;卢作祥、范永香、刘辅臣等则编著了我国第一部“成矿规律和成矿预测学”。由上述学说和概念出发,许多地质工作者对金的区域成矿规律进行了广泛而有成效的研究。

金是人类最早发现的自然元素之一。我国也是世界上最早利用黄金的少数国家之一。我国对黄金地质的研究工作有着悠久的历史,但着手对其成矿规律进行研究还是本世纪二十年代以后的事。其中有冯景兰、郭文魁、刘国昌对胶东金矿成矿规律的研究;曹世禄、李捷等对鄂豫交界地带砂金矿床分布规律的研究;王晓青、喻德渊、吴京、刘国昌、廖士范、胡博渊等对湘西、黔东金矿的研究;刘祖一等对西南各地金矿的研究;李承三、姚文光等对广东金矿的研究;高振西、王植等对广西金矿的研究等等。但由于多种条件的限制,这些研究还只能是局部和分散的。中华人民共和国成立以后,广大金矿地质工作者在党和政府的领导下,相继发现了许多规模可观的金矿床,同时恢复了许多老矿山,获得了丰富的金矿地质资料,从而为广泛深入的研究我国金矿成矿规律奠定了坚实的基础,取得了如同山东招远—掖县地区,河南、陕西小秦岭地区,吉林桦甸夹皮沟地区,黑龙江鹤岗—嘉荫地区及其它许多地区研究的丰硕成果,提出了许多新见解,揭示了许多新规律。与此同时,谢家荣、夏湘蓉、刘祖一、黎盛斯、王义文等又先后对我国金矿成矿规律中的某些基本问题进行了专门性总结。特别引人注意的是李春昱<sup>①</sup>,郭令智<sup>②</sup>等从板块构造学说出发,研究了我国包括金在内的内生矿床的成矿规律。李春昱认为,不同的板块边界和部位,形成不同的岩浆岩共生组合,而不同的岩浆岩组合又携带不同的矿产组合。携带含金的矿产组合的地质体主要是蛇绿岩套和形成于岛弧或陆缘区的钙碱性—酸性岩浆岩。郭令智教授按照板块构造与矿床的关系分为板块边界(或其附近)和板块内部两种矿床类型。内生金矿则主要形成于板块的敛合边界。这些论述为研究金的成矿规律开辟了一条新的途径。

① 郭令智、施央申、马瑞士、叶尚夫,1981,论板块构造与成矿作用,南京大学地质系资料

基于对“成矿规律”的认识，本文在简要讨论我国金矿区域成矿规律时，包括了下列内容：金矿主要成因类型的划分及相互之间的成因联系；建立金矿化集中区的概念并按区研究其区域成矿条件；指出金的找矿方向；编制全国金矿成矿规律图。

# 第一章 金矿床的主要成因类型

关于金矿床成因分类的论述,近一个世纪以来,广泛见于各种文献。其中最有影响者反映在刘祖一(1959)<sup>[2]</sup>、夏湘蓉(1959)<sup>①</sup>、谢家荣(1965)<sup>②</sup>、F. 西蒙思(1973)<sup>[3]</sup>、C. 瓦. 谢尔(1972, 1974)<sup>[4,5]</sup>、B. Γ. 莫伊辛科(1976)<sup>[6]</sup>及 M. Б. 博罗达也夫斯卡娅(1974)<sup>[7]</sup>等人的著作中。已发表的主要成因分类方案列入表 1。仍需提及的是,近几年来,随着我

表 1 金矿床主要成因分类方案对照表

刘祖一 (1959)	内生 气成 浅成热液 中深热液 深成热液 外生		石英-贫硫化物建造 石英-硫化物建造 火山系列 石英-碳酸盐建造 青盘岩和次生石英岩建造
谢家荣 (1965)	深成 含金伟晶岩脉 气化金矿脉 接触交代型 高温热液型 中温热液型 火山成因 古砂金 近代砂金	B. 西蒙思 (1973)	含金石英脉 浅成热液矿床 近代砂矿 古砂金 海成砂矿
B. И. 斯米尔诺夫 (1959)	石英-金热液矿床 含金石英脉 含金石英-碳酸盐矿脉 含金石英-重晶石矿脉 含金石英-电气石矿脉 金-银-碲热液矿床 黄铁矿-金热液矿床 含金围岩交代热液矿床 受变质含金砾岩 砂矿	M. Б. 博罗达也夫 斯卡娅 (1974)	内生 近地表矿床 中深矿床 深成矿床 外生 风化壳型 机械沉积型 变质-变成型
E. A. 腊德克维奇 B. Γ. 莫伊辛科 (1966)	变质 阿尔卑斯型脉 交代石英岩 退化变质带 热液 侵入系列 石英-电气石建造	И. Γ. 马加克扬 (1974)	金-毒砂高温热液含矿建造(前寒武纪) 金-多金属中温含矿建造(古生代、中生代) 金-银低温热液含矿建造(晚第三纪) 前寒武系含金砾岩和石英岩建造 铜和多金属矿石氧化带
		脚原范造 (1974)	热液矿床 浅成热液囊状矿床 近代砂金 古砂金 海底砂矿 浸染状砂矿 伴生金

① 夏湘蓉、吴作仁, 1959, 中国金矿地质概论

② 谢家荣, 1965, 世界金矿概述

国金矿地质工作的迅速开展,许多从事金矿地质生产、教学、科研的同志,在已取得资料的基础上,提出了符合本地区特点的金矿成因类型划分方案,而对全国金矿成因类型进行深入研究的同志则有胡伦积、朱奉三、王秀璋、郑明华、王鹤年等人。

本文在确定我国金矿床成因分类的划分原则时,主要考虑了以下因素:

第一、矿床是现实科学技术条件能够开采利用的地质体,是某些特殊地质作用,即成矿作用的产物。成矿作用不仅通过对那些特殊地质体的研究能够被人们所认识,而且能将所揭示出的成矿作用应用到其它地域以继续指导找矿。因此,把成矿作用做为分类的主要准则显然易于掌握。虽然把矿质来源做为成因分类<sup>[8]</sup>更充分体现物质第一的思想,但赖以研究物质来源的多种科学手段,目前并未完全具备,因而难于普遍应用。

第二、由金的地球化学性质,决定了它在外生条件下易于形成砂矿,在内生条件下则主要形成热液矿床。我国金矿主要与岩浆热液、火山热液、变质热液和渗滤热液有关。因此在内生成矿作用范围之内将热液类型做为划分金矿成因的第二个因素是与金元素本身的属性完全相符的。虽然热液对金矿的形成具有如此重要意义,但它毕竟是某种地质作用的相伴产物。因此,某些地质学者<sup>[9]</sup>把热液与成矿作用割裂开来,并将其相提并论未必是合适的。

第三、虽然目前我国尚缺乏系统而全面的金在不同区域、不同地质体中的丰度资料,某些元素的稳定同位素资料也仅获少数的系统研究成果<sup>[10]</sup>,但矿质来源显然必须做为成因分类的一项因素予以讨论。H. B. 彼得罗夫斯卡娅提出了内生金矿的三种矿质来源,即围岩、地壳深部和上地幔<sup>[11]</sup>,本文则主要强调了矿质来自围岩,其次才是直接来自地壳深部和上地幔。

本文对我国已知金矿床的主要成因类型提出以下划分方案:

变质热液型 按含矿原岩又可分为四类含金建造。

1. 中基性火山岩含金建造
2. 含炭陆源细碎屑岩含金建造
3. 含炭的泥页岩含金建造
4. 夹细碎屑岩的碳酸盐含金建造

岩浆(侵入)热液型 按含矿岩浆的成因可分两类。

1. 交代—重熔型
2. 同熔型

火山热液型 按矿床所在岩相部位可分两类。

1. 火山岩型
2. 次火山岩型

渗滤热液型

沉积砾岩型

砂金 按形成矿床的外地质营力分成两类:

1. 冲积型
2. 冰川型

本文分类方案与前人不同之处主要在于强调了变质热液成矿作用的重要性和广泛性;讨论了岩浆成矿作用的类型;总结了含金变质岩区对主要类型金矿形成的控制作用。

## 一、变质热液型

本世纪初由卓越岩石学家 M. 林格仑提出的岩浆分异学说, 对金属矿床学的影响是十分深刻的。许多著名矿床学家由此认为, 凡脉状含金地质体 (主要是含金石英脉), 均属岩浆期后热液矿床, 我国广大金矿地质工作者在较长时间内接受了这一概念, 并认为, 在南方主要受加里东期岩浆岩控制, 在北方则主要为燕山期。

但事实告诉我们, 一方面, 大量的花岗质岩石已被证明并非岩浆分异而来, 而是地壳物质再造的结果; 另一方面, 大部分含金石英脉的分布并不以花岗岩为转移, 甚至在含金石英脉的密集区, 岩浆岩并不存在。因此, M. 林格仑的岩浆分异学说对形成内生金矿床所起的作用显然应予以重新估价。

六十年代以来, 某些矿床学家、地球化学家已注意到了上述事实, 并为重新探索这些含金地质体的成因进行了卓有成效的研究。其中以谢家荣、黎彤、R. W. 博义耳、B. A. 布梁克、B. Г. 莫伊辛科等人的影响较大。博义耳<sup>[12]</sup>是第一个详尽论证区域变质过程中围岩所含金元素通过离子扩散、扩容作用而形成含金石英脉的学者, 布梁克<sup>[13]</sup>正式提出了变质热液金矿的概念。郑明华<sup>[14]</sup>、王义文等近年来具体论证了我国某些金矿床的这种成矿作用。在这前后, 关于金在区域变质作用下的地球化学性状, 有着广泛的讨论, 某些学者如Л. В. 李、O. И. 绍辛娜<sup>[15]</sup>及 K. Б. 克皮任斯卡斯等, 依据金的自然状态及其低挥发性, 否认金元素有大量迁移的能力, 但更多的学者<sup>①</sup> [13, 16, 62] 则认为在热液环境中, 金更易与卤素和硫形成各种络阴离子或碱金属络合物, 并有较大的溶解度和迁移力, 即“活化转移”。按照黎彤的计算, 我国变质岩系普遍含有较多量的氯和硫, 区域变质作用是一个升温、升压的过程, 因而有利于含金岩系中金的活化转移, 然后由于多种原因, 主要是酸度变大, 金开始沉淀。二氧化硅从硅酸盐岩石中溶解、迁移、沉淀和金的上述过程与条件基本相同, 因此最后在构造裂隙中形成了含金石英脉。我国大量含金石英脉属区域变质作用形成的热液矿床, 这一点可由下列地质资料反映出来。

(一) 大量含金石英脉明显而广泛的受某些变质岩区控制。因而可以认为, 区域变质作用及相应的含金变质岩区是第一控矿因素。这些变质岩系主要形成于晚太古代 (阜平旋回), 元古代 (五台旋回、中条旋回、扬子旋回), 其次为早古生代 (加里东旋回), 少量为晚古生代。其地域主要集中于两大准地台基底、古亚洲构造域和滨太平洋构造域地槽区的变质岩出露部分。

中朝准地台及扬子准地台基底, 尤其是前者, 控制了这类矿床的绝大部分。中朝准地台基底经历了阜平、五台、中条三个旋回而固结于早元古代末期, 与其它岩区迥然不同。而今暴露于地壳表面的几个变质岩区几乎都赋存有含金石英脉。据某些地区岩石样品的测定, 金的丰度值也有偏高之势, 因此它们可被视为古老的含金变质岩区。在胶辽台隆, 有三个受变质岩系控制的金矿分布区: 一为吉林南部桦甸县夹皮沟金矿带, 诸矿床严格受鞍山群控制, 抚顺—清源一带可能为该区的西延部分; 另一为辽宁东部的五龙—四道沟、隈子、分水、白云等矿区, 主要受辽河群, 其次受鞍山群控制; 第三为鲁东之胶东群分布

① 黎彤, 1976, 金的地球化学特征

区，它不仅直接控制了马家窑等矿床，而且间接控制了招远—掖县之三山岛、玲珑等全国著名的金矿区。在燕山台褶带，含金石英脉则分布于古北口—密云和遵化—青龙一带的迁西群、桑干群、单塔子群中，如兴隆花市、遵化三义、迁西金厂峪、宽城牛心山、青龙罗家沟等一系列矿床(点)，构成一个近东西向的金矿带。在内蒙古地轴，沿阴山山系东段(努鲁儿虎山)，包括辽宁西北部、河北北部及内蒙南部，广泛发育着阜平旋回之建平群、鞍山群、迁西群和单塔子群，受张家口—承德及多伦—赤峰两个大断裂制约，也呈近东西向带状展布。较大矿床自东向西有朝阳东五家子、敖汉金厂沟梁、宁城东风、赤峰莲花山、红花沟、承德狮子岭、滦平北李营、宣化小营盘、张全庄等。山西断隆五台山区是山西省主要产区，产于五台群的繁峙县义兴寨金矿是该省目前已知的主要矿床之一。豫西断隆之小秦岭，即豫陕交界之潼关—灵宝地区，为另一较大的含金变质岩区，两省主要金矿几乎全部集中于此，并严格受太古界太华群控制。周围之后古生界地层分布区，除近代砂金外，几乎无金矿床的发现。和太华群呈东西向带状分布一样，诸矿床也形成一个矿带，自东向西是：灵宝的杨砦峪、金洞岔、抢马峪、老鸭岔、东闯、文峪，潼关的桐峪、太峪、嵩岔峪、潼峪等。山西的中条山区可能是该区的北延部分。即使是在华北断拗中孤零出露的元古界五家河群(蚌埠地区)，也形成了如山马庄、毛山等变质热液型金矿床。南方的扬子准地台，基底形成于晚元古代末期扬子旋回，变质岩系如冷家溪群、板溪群、昆阳群等多出露于地台边缘，少量如崆岭群、梵净山群等位于地台内部，它们也都聚集着大量含金石英脉，其中以江南地轴的冷家溪群和板溪群(特别是后者)最为明显，自贵州的天柱金头金矿向北东相继有会同漠滨、隆回金山、沅陵沃溪、桃源冷家溪、安化符竹溪、平江黄金洞等矿床，形成一个由北东转向北东东的含金变质岩带，然后延向赣东北。黄陵背斜虽是一个较小的含金变质岩区，但鄂西北的金矿如巴山、纪家嘴子等几乎都集中于崆岭群，贵州的梵净山区与此相似。

我国地槽封闭于加里东期到喜山期的各个旋回，但金矿主要发育在加里东期形成的华南地槽褶皱系，其次是天山—兴安地槽褶皱区及秦岭褶皱系。如同地台区一样，不论地槽封闭时代的早晚，而金矿总是赋存于本区相对较古老的变质岩系中。在华南地槽褶皱系，主要集中于大瑶山和云开大山地区，前者地跨两广，系由寒武系八村群、水口群组成的含金变质岩区，所有含金石英脉都无例外地受其控制。主要矿床有六岑、新开、桃花、隆盛、古袍、超林、民强、金装、爱群以及吉田等。云开大山是另一个地跨两广，由下古生界变质岩组成的含金区，重要矿床有广西博白金坑、广东信宜钱排。浙江陈蔡群、双溪坞群、福建建瓯群则控制了何山、冶岭头、东游等矿床。此外，吉黑地槽褶皱系下元古界黑龙江群变质岩，二叠系变质岩；秦岭地槽褶皱系的大别群、毛集群、两郎群、耀岭河群及“秦岭群”等都是形成金矿的变质岩系。

(二) 在含金变质岩区内，矿床往往受变质岩系中一定建造控制，在一定范围内，常具一定层位。

最重要的一个含金建造是原岩为中基性火山岩的含铁镁质较高的硅酸盐建造，大致类似于阿尔戈马型建造，主要分布于北方。具典型意义的是桦甸夹皮沟矿带和小秦岭矿带，前者在长30公里、宽5—8公里的北西向条带里，由北西南东分布着菜地子、小东沟、小北沟、头道沟、三道岔、四道岔、庙岭屯、二道沟、夹皮沟及八家子等十余个矿床，除个别而外，绝大部分都赋存于鞍山群上部三道沟组中，主要岩石为斜长角闪岩、绿泥片岩及磁

铁石英岩。最近有人<sup>①</sup>建议将三道沟组以含铁和含金重新分成两个岩组，可见建造与层位对变质热液型金矿床的控制是何等明显。在小秦岭，金矿床则多受太华群中一上部层位控制，所有这些岩石均为黑云角闪斜长片麻岩及其混合岩。此外，迁西群上川组，桑干群谷嘴子组，胶东群蓬乔组等，这种控矿因素也颇为明显。

含炭的陆源细碎屑变质岩建造是另一个重要的含金建造。主要分布于扬子准地台和华南地槽褶皱系，冷家溪群、板溪群<sup>②</sup>、八村群等某些层系属之，以马底驿组对矿床控制最为明显。从矿床本身来看，含金脉体之产状有与层理呈整合者，如会同溪溪；亦有不一致甚至直交者，如隆回金山，但均局限于千枚状板岩所夹之厚层变质砂岩的透镜体里。

第三个是含炭的泥质页岩建造，仅见于南秦岭印支冒地槽褶皱带下古生界。

碳酸盐岩系中含金并可视为矿源，已为越来越多的事实所证明。松潘—甘孜褶皱系东侧与扬子准地台交界地带的某些矿床(点)，如陕西勉县李家沟(碧口群)，四川小金县董家沟和石棉县广金坪(泥盆系)等，产于夹有细碎屑岩的碳酸盐岩系里，可能是经区域变质作用所形成，因而这套岩系可被认为是一种含金建造。

(三) 第三个控矿因素是在一定建造内的同变质期构造，主要是背斜轴部以及低于区域性断裂的层间破碎带和其它断裂系统。一般所描述的单脉、复脉、细脉、网脉等不同形态，仅仅代表构造形式的不同，并无成因的意义，有的矿区出现由中心向两侧依次为单脉、网脉、硅化体的对称分布，这是变质期裂隙活动由强变弱的反映。

含金石英脉与变质岩系有关的事实，在我国早已被某些矿床学家所注意，谢家荣先生在六十年代初期就认为石英脉是变质分异的结果。自从本世纪初由C. W. 斯蒂维尔提出变质分异的概念以来，H. H. 李德、P. 艾斯科拉等人发展了这一学说，并以此解释了某些石英脉的成因，而B. Г. 彼得罗夫<sup>[12]</sup>则将含金石英脉的形成归于相似的化学分异的结果。笔者认为，变质岩系中广为分布的石英脉实际有两种，那些形态复杂、规模不大、不具蚀变、不受裂隙控制的石英脉才有可能属变质分异的产物，这类石英脉往往不含或仅含微量金。只有那种热液作用特征明显的石英脉才有条件成为含金地质体。那些与地层产状虽然协调一致，但实则受断裂控制且具热液特征的含金石英脉，显系后一种石英脉在产出形态上的特例，因而不必另列沉积—变质型一类。

变质相对变质热液型金矿的控制作用已有许多专文论述。B. A. 布梁克等<sup>[13]</sup>、З. И. 彼得罗娃等<sup>[14]</sup>均认为当在超变质作用下，金主要表现为推出，他们强调热液的迁移机制是变质相的压力差，因此金矿多聚集于绿片岩相区，有人认为我国麻粒岩相地区很少找到金矿的原因也在于此。但是，我们注意到，我国这类金矿多数却赋存于角闪岩相区，而且与多相变质区似乎并无依存关系。如同前述，这类矿床的根本控制因素是建造类型，而造成热液迁移和停留的主要因素则是以裂隙形式出现的低压扩容带，在这方面，З. И. 彼得罗娃等的结论与我们的认识相似。如果单就变质程度与矿化强弱的关系而言，目前仍是一个尚未解决的问题。

最近，越来越多的人提出了世界范围内某些含金石英脉对绿岩带的专属性，并逐渐形成了绿岩带型金矿<sup>[15]</sup>的概念，实际上即为本文所指由中基性火山岩含金建造形成的变质热液矿床的一部分，只不过时代一般较古老而已。被宁奇生<sup>[12]</sup>称为“铁镁质碳酸盐层中

① 据沈阳地质矿产研究所林宝钦、沈华梯、阮忠义等人资料，1981

② 冷家溪群、板溪群可能有部分属中基性火山岩含金建造



的交代似层状硫化物”矿床的所谓霍姆斯塔克型金矿，实际上也由变质热液形成，它在矿床学中的深刻意义在于否定了矿质来源于第三纪侵入体（J. O. 霍斯特德等，1923，南达科塔州利德地区及霍姆斯塔克金矿床地质）的传统认识，在世界范围内第一次利用稳定同位素资料，证明了含金石英脉与围岩共生关系，虽然研究者本人并未明确提出热液作用的存在。

（四）金在自然界中虽然呈自然状态存在，但它是一种亲硫元素，经常与铁、铜、铅、锌等硫化物特别是黄铁矿共生，这些硫化物与金的同源同期性不难确认。因此，完全可以借助硫同位素的研究来了解金的来源。其基本前提应该是从区域地质背景出发，决不能孤立于一点，因此笔者同意王义文工程师利用硫同位素资料研究金矿成因的基本原则及其基本结论<sup>①</sup>，“地层对矿石硫化物的硫同位素特征有控制作用，证明矿石硫来源于周围的地层”。我国部分变质热液型金矿床矿石硫同位素组成如表2。

引为憾事的是，我们推定的含金变质建造，由于各种原因，目前还不能提供一份完整的金的丰度值资料，只能将个别测试结果列入本文后面有关章节之内。

## 二、岩浆热液型

分析了变质热液型金矿床的广泛性之后，还要站在新的立足点讨论岩浆热液型的重要性。金在岩浆岩中的自然丰度趋向于随基性程度的增高而加大，但有人<sup>[12]</sup>认为中性成分的岩石，不管其成因如何，其丰度值均高于酸性和基性岩，而某些研究者<sup>[13]</sup>则发现，一些地区恰恰是酸性岩中丰度值最大。苏联学者И. Г. 马加克扬早就指出，金在基性—超基性岩、伟晶岩和矽卡岩阶段并不易富集。与岩浆岩有关的金矿床主要是赋存在花岗质岩石里，如同A. E. 费尔斯曼、B. A. 别列捷里也夫等早就指出的那样。岩浆本身是一个十分复杂的问题，而花岗质岩石的形成则更加复杂。笔者认为，与金矿有成因关系的花岗质岩石是岩浆作用的产物。在对待何种成因酸性岩浆对金成矿更为有利的问题上，艾孟斯（1937）提出的花岗岩和花岗闪长岩小侵入体与金成矿密切的观点，直到现在仍有极大的影响，不仅为著名矿床学家B. И. 斯米尔诺夫<sup>[14]</sup>所重视，而且也作为著名构造地质学家李春昱<sup>[15]</sup>及A. A. 科瓦列夫<sup>[16]</sup>从板块学说出发加以精湛论述。某些学者<sup>[17]</sup>不但指出再生岩浆小侵入体的重要性，而且强调了脉岩的成矿意义。所有这些，多指来自深部或壳下的产物。而我们所强调的是，这种成矿的花岗质岩浆主要是地壳原始沉积物在变质作用基础上进一步交代—重熔的结果。如此，可将岩浆热液型金矿床细分为交代—重熔岩浆热液型和同熔岩浆热液型两种。

交代—重熔花岗岩即壳源花岗岩，形成时间多数早于中生代，特别常见于前寒武纪。交代—重熔作用是区域变质的继续和深化，因此，岩体总是侵位于变质岩系。由此可以推断，区域变质作用，交代—重熔岩浆作用及金的热液成矿作用在时间上不会相隔太远，甚至可能一直是连续的过程。对形成这类岩浆矿床来说，更重要的条件则是要有一套含金的变质岩系。胶东招远—掖县地区、牟平—乳山地区诸矿床以及两广交界的龙水、鹿西洞等属于此类，它们与变质热液型颇有相似之处，比如两者都见有相互关联的石英脉和蚀变带两

① 王义文，1981，中国金矿床同位素分布的某些特征