目　录

前　言……（1）

第一章　我国周边国家金矿床地质……（7）

第一节　朝　鲜……（8）

第二节　日　本……（14）

第三节　菲律宾……（20）

第四节　越南、老挝、柬埔寨、泰国、缅甸……（25）

第五节　印度、尼泊尔、不丹、锡金、孟加拉……（32）

第六节　阿富汗、巴基斯坦……（35）

第七节　马来西亚、印度尼西亚……（36）

第八节　苏　联……（41）

第九节　蒙　古……（76）

第二章　从周边国家金矿地质特征探讨我国金矿地质找矿工作意见……（82）

第一节　关于含碳岩系（Pt—Pz）中金矿化问题……（82）

第二节　斑岩型金-铜、金矿床的普查找矿远景……（85）

第三节　构造-岩浆活化区金的成矿作用……（88）

第四节　关于前寒武系绿岩带金矿床……（91）

第五节　关于微细浸染型（卡林型）金矿床……（92）

第六节　我国边疆若干省区金矿远景探讨……（93）

第三章　金矿地质工作的回顾与展望……（98）

主要参考文献……（101）

英文摘要……（103）

Contents

Introduction ..... (1)

Chapter 1 Geology of Gold Deposits in the Neighbouring Countries Around China ..... (7)

1. Korea ..... (8)
2. Japan ..... (14)
3. Philippines ..... (20)
4. Viet Nam, Laos, Kampuchea, Thailand and Burma ..... (25)
5. India, Nepal, Bhutan, Sikkim and Bangladesh ..... (32)
6. Afghanistan and Pakistan ..... (35)
7. Malaysia and Indonnesia ..... (36)
8. U.S.S.R. ..... (41)
9. Mongolia ..... (76)

Chapter 2 Suggestions for Exploring Gold Deposits in China as a Result of Studying the Gold Deposits in Neighbouring Countries Around China ..... (82)

1. Some Questions of Gold Mineralization in Carbonaceous Rocks(Pt-Pz) ..... (82)
2. Prospect for Surveying Porphyry Gold-Copper, Gold Deposit ..... (85)
3. Gold Mineralization in Tectonic-Magmatism Mobile Area ..... (88)
4. Gold Deposit in Greenstone Belt of Precambrian ..... (91)
5. Fine Dissemination Gold Deposit (Carlin Gold Deposit Type) ..... (92)
6. Prospect discussion of Gold Deposit in the Border Region of China ..... (93)

Chapter 3 Review and Prospect of Geological Research in Gold Deposits ..... (98)

Main References ..... (101)

English Summary ..... (103)

前　言

黄金的开采始于公元前 4 世纪中叶，近2500年间人类总计开采黄金近 100 000t。其中近29％，即29 000t 是20世纪之前的2400年间生产的。本世纪以来，由于工业的飞速发展，特别是科学技术的不断革新，黄金产量急剧上升，自1901至1960年期间，生产了44 000t；1961—1985年期间生产了27 000t，即上升到年平均生产黄金达1 000t 以上。80年代以来，每年黄金产量徘徊于 1 300—1 400t 上下（表 1）。从上述黄金生产的历史可以看出，黄金生产主要取决于世界经济的发展和科学技术的进步。80年代以来，由于各国和私人黄金储备的增加，世界黄金市场价格急剧上涨，促使各国寻求新的黄金矿产资源，发现新的特大型（储量>100t）金矿床或成矿区（带）。近年来，美国、苏联、加拿大、澳大利亚、菲律宾、日本等国在黄金资源找矿和提高黄金生产方面取得了显著进展（表 2），其主要措施如下：

表 1　不同历史时期黄金的产量[45]

Table 1　The production of gold in different period

不同历史时期黄金产量占有史以来黄金总产量的比例（%）			不同历史时期黄金总生产量(t)
1900年以前	1901—1960年	1961—1985年	
29	44	27	100 000

表 2　资本主义和发展中国家黄金储量的分布[45]

Table 2　The distribution of gold reserve in capitalist and developing countries

世界黄金总储量	黄　金　储　量　分　布　（%）		
60 000 t	南非　52	美国　13	其它　35

1．扩大了以成矿理论（即金的时间[6]和空间上分布规律性、控矿条件、物质来源、矿化富集条件、成矿模式等）为前提的普查找矿工作。其中主要的进展有：

（1）前寒武纪层控型金矿床的研究：对前寒武纪变质岩系的含金性、金的地球化学、运移和富集规律的研究，导致了在太古代绿岩系片岩中发现霍姆洛细脉浸染型矿床，该矿床储量达600t，平均品位8.5g/t，开创了埋藏浅、层控浸染型金矿床的找矿前景。

（2）火山杂岩体含金性及与之相关金的成矿理论、模式的研究，如浅成低温热液型金-银矿床潜水面沸腾模式、CO_2 模式，导致了苏联东部火山岩地区大量斑岩型金矿床、西南太平洋岛弧区斑岩型金矿床及浅成低温热液型金-银矿床的发现（该区金的储量达5 000t，储量>300t的特大型金矿床有 6 个）。

露采矿床，同时由于选矿工艺流程的改进（如堆浸法），矿石最低含金品位已由70年代初的9g/t降到目前的2—3g/t。因此，加里福尼亚的圣克拉门托矿床的储量从31.3t扩大到99.5t。

自1975、1985年两次全国黄金地质工作会议之后，我国黄金地质生产与科研工作均有了长足进步，在储量上、产量上跃居世界前列。虽然如此，但在世界黄金总储量和年产量中所占比例甚小，而且至今尚未找到储量大于100t的特大型金矿床。因此，为使我国金矿地质工作取得突破性进展，应当及时地总结当代金矿成矿理论和世界各地普查勘探及找矿实践，确定今后黄金地质找矿工作中取得突破性进展的途径。

根据地矿部1986年关于开展“中国周边国家和毗邻地区地质矿产研究”（部控项目86150）的决定和同年5月在辽宁金州协调会议上的分工，沈阳地矿所情报室负责我国周边国家和毗邻地区金矿地质研究课题。其主要任务是系统地收集和了解中国周边国家和地区金矿地质概况、金矿床分布特点和区域成矿条件，以此为借鉴，与我国具体的地质条件对比，并进行找矿预测，为“八五”规划的制订提供有益的信息。

此外，1987年7月地矿部局长座谈会上强调：“在国体矿产地质找矿工作中将有计划、有步骤地开展成矿预测工作。”为了争取早日在金矿地质找矿工作中取得重大突破，必须应用先进的地质成矿理论和多种找矿技术方法，总结与我国相邻地区金矿地质成矿规律信息，为预测我国境内金矿成矿远景区服务，即在较大范围内研究成矿规律，圈定远景矿化集中区（带），为制定区域性矿产普查总体规划提供依据，以提高金矿地质找矿的科学性和有效性。

本课题资料收集范围东经60°—160°，北纬0°（局部20°）—60°，包括朝鲜、日本、菲律宾、印度尼西亚、马来西亚、越南、老挝、柬埔寨、泰国、缅甸、孟加拉、不丹、锡金、尼泊尔、印度、巴基斯坦、阿富汗、苏联、蒙古等19个国家的与我国相邻地区金矿床地质、区域成矿条件和分布规律等。按大地构造单元划分，我国周边国家、地区隶属于全球性乌拉尔-天山-蒙古褶皱带（Pz）、环太平洋Mz—Kz褶皱带和地中海-喜马拉雅（Mz—Kz）褶皱带。据1985—1986年的不完全统计，这一地区金矿储量在8 000—8 300t，年产金390—420t，约占世界全年产量的近30%。因此，研究这一地区各国金矿床地质及普查找矿、勘探开发等方面的经验，通过对比找出发展我国金矿地质之最佳途径，进而科学地进行找矿和远景预测，具有重要的实际意义；同时，对于“八五”、“九五”期间我国金矿地质规划的制订亦可提供一定的依据。

本文金矿床成因类型的划分，主要是依据周边国家和地区分布最广、工业意义较为重要的金矿床成因类型，将其做为划分的基础；同时，为了与我国金矿进行对比，在划分金矿床成因类型时，参照了1982年9月中国地质学会矿床专业委员会贵金属学组提出的“中国金矿成因类型划分”中的某些原则（略）。据此，将我国周边国家和地区金矿床的成因类型划分为以下5种：（1）变质热液型（65个矿床）；（2）岩浆热液型（126个矿床）；（3）火山热液型（96个矿床）；（4）接触交代型（16个矿床）；（5）外生砂金型（101个矿床）。

金矿（化）集中区（带）的划分，主要是依据该区（带）金矿成矿地质和大地构造条件[2,3,10]，区域金的地球化学专属性特点（如含金矿源层等）和金矿床分布规律等因素。金矿集中区与金矿化集中区的共同点是区域金成矿的普遍性，而金矿化集中区指区域金的

露采矿床，同时由于选矿工艺流程的改进（如堆浸法），矿石最低含金品位已由70年代初的9g/t降到目前的2—3g/t。因此，加里福尼亚的圣克拉门托矿床的储量从31.3t扩大到99.5t。

自1975、1985年两次全国黄金地质工作会议之后，我国黄金地质生产与科研工作均有了长足进步，在储量上、产量上跃居世界前列。虽然如此，但在世界黄金总储量和年产量中所占比例甚小，而且至今尚未找到储量大于100t的特大型金矿床。因此，为使我国金矿地质工作取得突破性进展，应当及时地总结当代金矿成矿理论和世界各地普查勘探及找矿实践，确定今后黄金地质找矿工作中取得突破性进展的途径。

根据地矿部1986年关于开展“中国周边国家和毗邻地区地质矿产研究”（部控项目86150）的决定和同年5月在辽宁金州协调会议上的分工，沈阳地矿所情报室负责我国周边国家和毗邻地区金矿地质研究课题。其主要任务是系统地收集和了解中国周边国家和地区金矿地质概况、金矿床分布特点和区域成矿条件，以此为借鉴，与我国具体的地质条件对比，并进行找矿预测，为“八五”规划的制订提供有益的信息。

此外，1987年7月地矿部局长座谈会上强调：“在国体矿产地质找矿工作中将有计划、有步骤地开展成矿预测工作。”为了争取早日在金矿地质找矿工作中取得重大突破，必须应用先进的地质成矿理论和多种找矿技术方法，总结与我国相邻地区金矿地质成矿规律信息，为预测我国境内金矿成矿远景区服务，即在较大范围内研究成矿规律，圈定远景矿化集中区（带），为制定区域性矿产普查总体规划提供依据，以提高金矿地质找矿的科学性和有效性。

本课题资料收集范围东经60°—160°，北纬0°（局部20°）—60°，包括朝鲜、日本、菲律宾、印度尼西亚、马来西亚、越南、老挝、柬埔寨、泰国、缅甸、孟加拉、不丹、锡金、尼泊尔、印度、巴基斯坦、阿富汗、苏联、蒙古等19个国家的与我国相邻地区金矿床地质、区域成矿条件和分布规律等。按大地构造单元划分，我国周边国家、地区隶属于全球性乌拉尔-天山-蒙古褶皱带（Pz）、环太平洋Mz—Kz褶皱带和地中海-喜马拉雅（Mz—Kz）褶皱带。据1985—1986年的不完全统计，这一地区金矿储量在8 000—8 300t，年产金390—420t，约占世界全年产量的近30%。因此，研究这一地区各国金矿床地质及普查找矿、勘探开发等方面的经验，通过对比找出发展我国金矿地质之最佳途径，进而科学地进行找矿和远景预测，具有重要的实际意义；同时，对于“八五”、“九五”期间我国金矿地质规划的制订亦可提供一定的依据。

本文金矿床成因类型的划分，主要是依据周边国家和地区分布最广、工业意义较为重要的金矿床成因类型，将其做为划分的基础；同时，为了与我国金矿进行对比，在划分金矿床成因类型时，参照了1982年9月中国地质学会矿床专业委员会贵金属学组提出的“中国金矿成因类型划分”中的某些原则（略）。据此，将我国周边国家和地区金矿床的成因类型划分为以下5种：（1）变质热液型（65个矿床）；（2）岩浆热液型（126个矿床）；（3）火山热液型（96个矿床）；（4）接触交代型（16个矿床）；（5）外生砂金型（101个矿床）。

金矿（化）集中区（带）的划分，主要是依据该区（带）金矿成矿地质和大地构造条件[2,3,10]，区域金的地球化学专属性特点（如含金矿源层等）和金矿床分布规律等因素。金矿集中区与金矿化集中区的共同点是区域金成矿的普遍性，而金矿化集中区指区域金的

表 3　中国周边国家金矿（化）集中区（带）划分

Table 3　Divisions of gold deposit(mineralization)concentrating area(zone) around China

编号	国　家	编　号	成　矿　区（带）	编　号	成　矿　区　亚　带
Ⅰ	朝　鲜	Ⅰ-1	平安北道金矿化集中区		
		Ⅰ-2	平安南道金矿化集中区		
		Ⅰ-3	京畿金矿集中区		
		Ⅰ-4	洛东江金矿化集中区		
Ⅱ	日　本	Ⅱ-1	北海道北部金矿集中区		
		Ⅱ-2	东北日本金矿集中区		
		Ⅱ-3	西南日本内带金矿化集中区		
		Ⅱ-4	西南日本外带金矿集中区		
Ⅲ	菲律宾	Ⅲ-1	碧瑶金矿集中区		
		Ⅲ-2	帕拉卡莱金矿化集中区		
		Ⅲ-3	马斯巴特金矿化集中区		
		Ⅲ-4	苏里高金矿化集中区		
		Ⅲ-5	马萨兰金矿化集中区		
		Ⅲ-6	宿务含金斑岩铜矿化集中区		
Ⅳ	越　南	Ⅳ-1	昆嵩隆起金矿集中区		
		Ⅳ-2	越西北印支褶皱带金矿化集中区		
Ⅴ	老　挝	Ⅴ-1	南娥河金矿化集中区		
		Ⅴ-2	安南山金矿化集中区		
		Ⅴ-3	中湄公河金矿化集中区		
		Ⅴ-4	南塔金矿化集中区		
		Ⅴ-5	阿速波-赛浓金矿化集中区		
Ⅵ	柬埔寨	Ⅵ-1	西北部金矿化集中区		
		Ⅵ-2	北中部金矿化集中区		
		Ⅵ-3	东北部金矿化集中区		
Ⅶ	泰　国	Ⅶ-1	东带（难府-纳拉特越-中马来亚）金矿化集中区		
		Ⅶ-2	中带（滴莱-达府）金矿化集中区		
		Ⅶ-3	西带（北碧-普吉）金矿化集中区		
Ⅷ	缅　甸	Ⅷ-1	文多-密支那-胡岗金矿化集中区		
		Ⅷ-2	茵纪-姆韦一多金矿化集中区		
		Ⅷ-3	土瓦金矿化集中区		
Ⅸ	印　度	Ⅸ-1	萨科利盆地金矿集中区		
		Ⅸ-2	辛格布姆金矿集中区		

续表 3

编号	国　家	编　号	成　矿　区（带）	编　号	成　矿　区　亚　带
X	阿富汗 巴基斯坦		阿富汗-巴基斯坦俾路支金-铜矿化区		
XI	马来西亚	XI-1 XI-2	马来亚半岛中部带金矿化集中区 东马来西亚（沙捞越-加里曼丹岛北部）金矿集中区		
XII	印度尼西亚	XII-1 XII-2 XII-3	苏门答腊-爪哇金矿化带 加里曼丹金矿化带 北苏拉威西金矿化带		
XIII	苏　联	XIII-1	蒙古-鄂霍次克金矿化带	XIII-1-1 XIII-1-2	北部外兴安岭金矿化集中区 南部黑龙江流域金矿化集中区
		XIII-2	环太平洋西北部鄂霍次克-楚阔特金矿化带		
		XIII-3	贝加尔金矿化带	XIII-3-1 XIII-3-2	贝加尔山区金矿化集中区 后贝加尔金矿化集中区
		XIII-4	叶尼塞山脊金矿化带		
		XIII-5	阿尔泰-萨彦岭金矿化带		
		XIII-6	扎尔玛-萨乌尔铜-金矿化带		
		XIII-7	成吉思-塔尔巴哈台金-铜矿化带		
		XIII-8	巴尔喀什金-铜-钼矿化带		
		XIII-10	准噶尔金矿化带		
		XIII-12	楚-伊犁金-多金属矿化区		
		XIII-13	天山金-铜-多金属-汞-锑矿化带	XIII-13-1 XIII-13-2 XIII-13-3	北天山加里东褶皱区矿化带 中天山卡拉套-恰特卡尔-纳伦（含金）铁-铜矿化区 南天山金矿化集中区
		XIII-14	帕米尔金矿化带	XIII-14-1	帕米尔金矿化区
XIV	蒙　古	XIV-1	西北蒙古金矿化集中区（带）		
		XIV-2	西南蒙古金矿化集中区（带）		
		XIV-3	东蒙古成矿区	XIV-3-1 XIV-3-1-A XIV-3-1-B XIV-3-2 XIV-3-2-A XIV-3-2-B XIV-3-3	蒙古-后贝加尔金成矿带 北肯特金矿化集中区 北克鲁伦金矿化集中区 东蒙古中部成矿带 戈壁-南克鲁伦（含金斑岩型）铜-钼矿化区 巴彦洪戈尔金矿化集中区 东蒙古南部（含金斑岩型）铜-钼-多金属矿化区

成矿作用在规模和金的工业富集程度上逊于前者。总计划分51个金矿（化）集中区（带）（表3）。

由于我国周边国家在地质找矿、普查勘探研究程度、已发表资料的详尽程度和学术论著水平等方面差异甚大，因此本专报所依据的材料有一定的局限性和不均衡性。本文涉及的资料、文献以70年代以来发表者为主，截止日期为1988年 6 月。

本项目是在部科技司、地质科学院的领导下开展的。部情报所负责总项目(86150）的协调和指导。在收集有关周边国家和地区金矿地质和区域成矿条件、分布规律等资料过程中，得到了部情报所国内室、矿床室，新疆、内蒙古、辽宁、黑龙江、吉林、广东、广西、云南等省（区）地矿局，成都地质学院，南京地矿所、西安地矿所等单位情报室同行的鼎力支持和协助，在此表示深切的谢意。

PDF电子书由“零点花园”
网友 MS365 制作

第一章　我国周边国家金矿床地质

我国北方毗邻蒙古，苏联西伯利亚、远东和中亚，在大地构造划分上总括为乌拉尔-蒙古加里东-华力西褶皱系，属全球性构造单元，介于东欧地台、西伯利亚地台、塔里木和华北地台之间，仅最西端的帕米尔地区属阿尔卑斯褶皱系的一部分。根据大地构造演化和成矿作用，乌拉尔-蒙古褶皱系又划分为：哈萨克斯坦-鄂霍次克褶皱带（早古生代—中生代）、天山-滨海边区褶皱带（晚古生代—中、新生代）。

乌拉尔-蒙古褶皱系之基底为太古代—元古代片麻岩、结晶片岩、角闪岩、大理岩及花岗岩类等。在晚元古代—古生代期间发展成亚洲西部、中部地槽带，与之相伴形成各种有用矿产，在地质发展进程中延续了几个成矿时代。该带在晚元古代时期可视为前地槽阶段，即单一地槽环境的准备阶段，其特点是地壳的初次改造、火山喷出作用过程中具有基性化（SiO_2 带出），一般情况下，上述过程不会导致形成典型的优地槽坳陷。至晚前寒武纪（文德期）—早古生代时期，在构造、岩浆及区域气成热液作用影响下，地壳急剧下沉，大陆地壳发生断裂，在局部早期回返阶段（寒武纪—奥陶纪）形成超镁铁岩带（如阿尔泰-萨彦岭），而在蒙古北部形成的时间为早—中寒武世，哈萨克斯坦为晚寒武世—早奥陶世。上述地区加里东构造带呈镶嵌式分布，同时伴随有热液沉积型及矽卡岩型矿床形成。回返期以广泛出现有花岗岩类（花岗岩—花岗闪长岩）贯入作用为特征，贯入的时间各异，如蒙古北部、阿尔泰-萨彦岭等地区在晚寒武世—奥陶纪，阿尔泰、哈萨克斯坦、天山等地区为晚奥陶世及志留纪(?)，乌拉尔则为晚泥盆世。与之同时，火山活动带中伴随有黄铁矿型铜、金、多金属矿床的形成。

在华力西期（泥盆—石炭纪），乌拉尔-蒙古褶皱系表现为海侵、火山坳陷带的形成作用，主要出现于该系轴部，斋桑-蒙古、南天山边缘带、内蒙古等地，具有线性分布特点。华力西晚期以稀有金属-辉铜矿-钨-锡矿化为特征，斑岩型铜矿床产于火山带和盆地边缘，如准噶尔-巴尔喀什带的卡隆拉德、阿克斗卡，杭爱-肯特带的二德聂图音-敖包，南天山的阿尔马雷克等矿床。

乌拉尔-蒙古褶皱系在中石炭世构造-岩浆活动之后，经历了固结作用进入了造山运动期，在后贝加尔、蒙古东部、阿尔泰—萨彦岭形成构造活化区矿床，成因上与岩浆岩（中生代早期的花岗岩—碱性花岗岩类及晚期的玄武岩—流纹岩、碱性玄武岩类）密切相关，与之同时，受巨大的张性断裂所控制。

我国的东部——日本、菲律宾，与我国隔海相望，属中—新生代环太平洋成矿带岛弧区，金的主要成矿时代为新第三纪至现代。

我国南部为中南半岛、马来半岛及南亚次大陆北部诸国，西南和西部与巴基斯坦、阿富汗相接，上述国家地处阿尔卑斯-喜马拉雅褶皱系，金的主要成矿时代为中生代（印支期）—新生代。

下面自我国的近邻朝鲜开始分别论述各国金矿床地质特征、分布规律、金矿（化）集中区（带）划分、成矿远景等。

第一节　朝　　鲜

朝鲜半岛位于中朝地台东部，其北部与我国辽宁、吉林两省相接壤，东北部与吉林延边和苏联滨海区相连。朝鲜半岛的大地构造单元可划分为：1.地台区：包括南部地块和北部地块。北部地块又可划分为狼林台背斜、平南台向斜、惠山-利原台向斜；南部地块包括京畿台背斜(包括汉城隆起带、忠州-大田褶皱带、小白山隆起带、沃川沉降带)；2.地槽区：包括临津江褶皱带、咸北褶皱带、洛东江褶皱带及迎日边缘坳陷带（图1）。

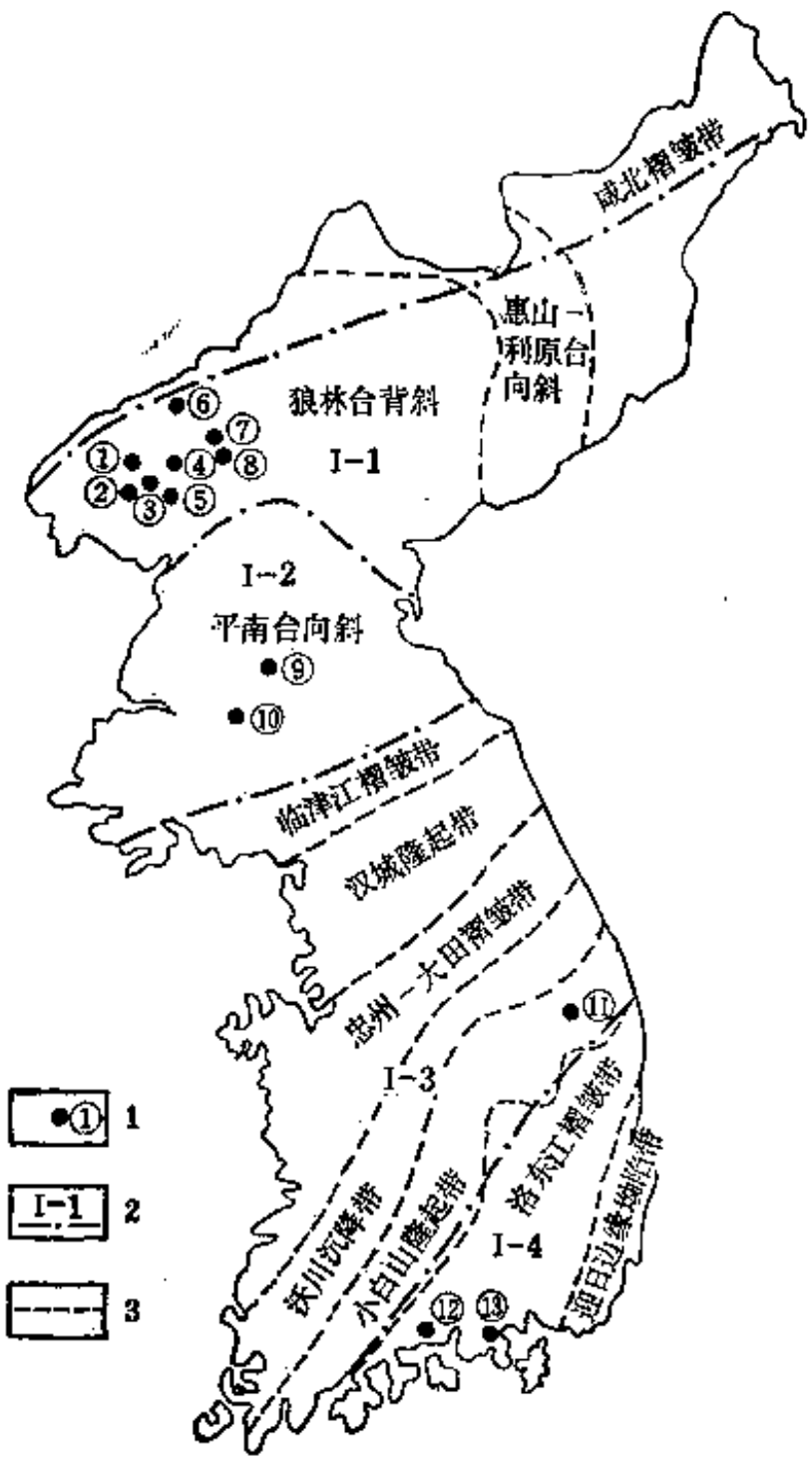


图 1　朝鲜构造单元及金矿集中区分布图

Fig. 1　Structure units and gold deposits concentrating area of Korea

1—金矿床及编号：①—造岳；②—宣川；③—天摩；④—龟城；⑤—九岩；⑥—大榆洞；⑦—云山；⑧—竹大；⑨—成兴；⑩—遂安；⑪—金井；⑫—上金；⑬—统营子。2—金矿集中区界线及编号：I-1—平北金矿集中区；I-2—平南金矿集中区；I-3—京畿金矿集中区；I-4—洛东江金矿化集中区。3—大地构造单元界线

朝鲜半岛金矿床主要集中分布于平安北道、平安南道、黄海北道、江原道、忠清北道、忠清南道、庆尚北道及庆尚南道等地，其中尤以朝鲜北部地区金矿床分布最为集中，著名的大型金矿床有云山、造岳、宣川、大榆洞、玉浦、天摩、龟城等十余处。在社会主义国家中，朝鲜民主主义人民共和国的黄金产量和出口量仅次于苏联、中国。

朝鲜金矿床的成矿时代可划分为3期[11]：1.前寒武纪；2.侏罗纪；3.白垩纪。

金矿床的成因类型大致可划分为4种：1.变质热液型（占总储量35—40%）：矿床主要产在朝鲜半岛北部前寒武纪变质岩系狼林群花岗片麻岩中（如云山金矿床）；2.岩浆热液型（占总储量50—55%）：矿床主要赋存在莲花山花岗岩或混合花岗岩（Ar—Pt）、端川花岗岩（J_2—K_1）、佛国寺花岗岩（K_2—E）中，矿床属高—中温热液型金矿床（即朝鲜型），如宣川、金井、金旺金矿床等；3.火山热液型（占总储量5%）：矿床主要产于中—新生代的火山岩—次火山岩中，属浅成低温热液型矿床，大多数见于朝鲜半岛东南部洛东江褶皱带，如统营子金矿床；4.接触交代型（占总储量0—10%）：矿床产于岩浆岩与碳酸岩的接触带矽卡岩中，如遂安金矿床。

朝鲜金矿床的形成除受地层、岩性和岩浆活动控制外，还受断裂构造的控制。矿体的形成部位多在不同方向的断裂交叉部位，重要的含矿裂隙有片理、整合裂隙和压碎及破碎裂隙。矿床以含金硫化物石英脉型为主，也有存在于破碎带中的浸染型金矿床。

根据矿床的地质构造背景及分布特点，将朝鲜金矿床划分为4个主要金矿（化）集中区：1.平安北道金矿集中区；2.平安南道金矿集中区；3.京畿金矿集中区；4.洛东江金矿化集中区。现分述各区特征：

一、平安北道金矿集中区（Ⅰ-1）

该金矿集中区主要位于朝鲜西北部平安北道地区，其大地构造位置为狼林台背斜。本区为朝鲜金矿床的主要分布区，目前已知有造岳、宣川、云山、天摩、大榆洞、竹大、宝川、九岩和新延等8个大型金矿床，保有储量近350t。另外尚有20个中、小型矿床在区内分布。

区内出露地层为太古代—下元古代狼林群，并有呈大岩基产出的太古代莲花山花岗岩、三叠纪惠山花岗岩（仅出露在云山地区）及中侏罗世的端川花岗岩出露。金矿床皆产于狼林群变质岩系以及混合花岗岩中，另外也有的赋存在端川花岗岩中。区内断裂构造十分发育，清川江断裂为狼林台背斜与平南台向斜的分界线。矿床的形成和分布与区内的北西向断裂构造（鸭绿江大断裂的次一级断裂）关系密切。断裂起着主要的控矿和导矿作用，如云山、大榆洞和竹大矿床主要受平北大断裂控制；造岳、九岩矿床主要受天摩-永山大断裂控制；宣川金矿床受定州-新义州断裂控制。矿床几乎均沿着上述3个大断裂的方向（NW）展布。

本区历经了太古代末期的莲花山运动，使太古代沉积层褶皱、变质、混合岩化、花岗岩化；下元古代末的摩天岭运动，形成狼林地块；中生代以来的松林运动（中三叠世）、大宝运动（中、晚侏罗世）、鸭绿江运动（晚侏罗世—白垩纪）又导致地台活化，断裂、继承性断裂产生，以及中、晚侏罗世为主的大量岩浆岩的侵入和构造盆地的形成。

区内金矿床的成因类型主要为变质热液型及岩浆热液型。太古代狼林群变质岩系为变质热液型矿床的控矿层位。以下分述有关矿床的特征。

（一）造岳金矿床

位于天摩-永山断裂的中部，狼林地块的西部。区内分布有太古代—早元古代的狼林群和莲花山一期花岗岩以及中生代岩脉、玢岩。矿体主要赋存在混合岩中，矿区内未见岩浆岩体，属变质热液型矿床（图2）。矿床成矿阶段分3期：1．无矿石英阶段；2．含金硫化物-石英阶段，包括含金硫化物-石英亚阶段及含金毒砂-石英亚阶段；3．碳酸盐阶段。造岳金矿床的工业矿体主要在第2阶段的第1亚阶段形成。矿床类型可分为含金硫化物-石英脉和含金毒砂石英脉，前者主要赋存于南北向缓倾斜逆断层中，含金硫化物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿。脉石矿物有石墨、石英、菱铁矿。含金品位一般为2—3g/t。金银比值为1:2—1:3，深部金多于银。含金石英脉产于上述逆断层下部陡倾斜的正断层中。含金硫化物以毒砂、黄铁矿为主。脉石矿物除石英、菱铁矿外，还有方解石、白云石、绿泥石。含金品位一般为15g/t，最高达10—20g/t。金银比值为2:1。围岩蚀变有硅化、黄铁矿化、绿泥石化及碳酸盐化，其中硅化为早期产物。天摩-永山大断层和新昌大断层为主要控矿构造，特别是在两组构造交叉部位及断裂构造拐弯处，金矿化较富集，常形成矿体。

（二）宣川金矿床

矿床位于定州-新义州大断裂西侧，矿区内地层主要为太古代狼林群，这些岩层多呈捕虏体残留于莲花山花岗岩中。岩浆岩除莲花山花岗岩外，尚有端川花岗岩、花岗闪长

岩。矿体的直接围岩为莲花山花岗岩，个别为端川花岗岩体，矿床为岩浆热液型，部分为破碎带浸染型（图3）。矿体沿北东向破碎带成群出现。富矿体往往出现在北东向与北西向裂隙交叉处，呈透镜体产出。矿床的成矿阶段分3期：1．无矿石英阶段；2．石英-硫化物阶段；3．石英-方解石阶段。第2阶段为金的主要成矿期，第3阶段为银的主要成矿期。矿床具有含银高的特点，银品位地表和浅部偏高，深部变贫。一般情况下，金品位为3—5g/t，银品位为100—120g/t。此外，当含石墨的破碎带中出现石英细脉时，含金可达2—3g/t。矿床形成于太古代—早元古代。

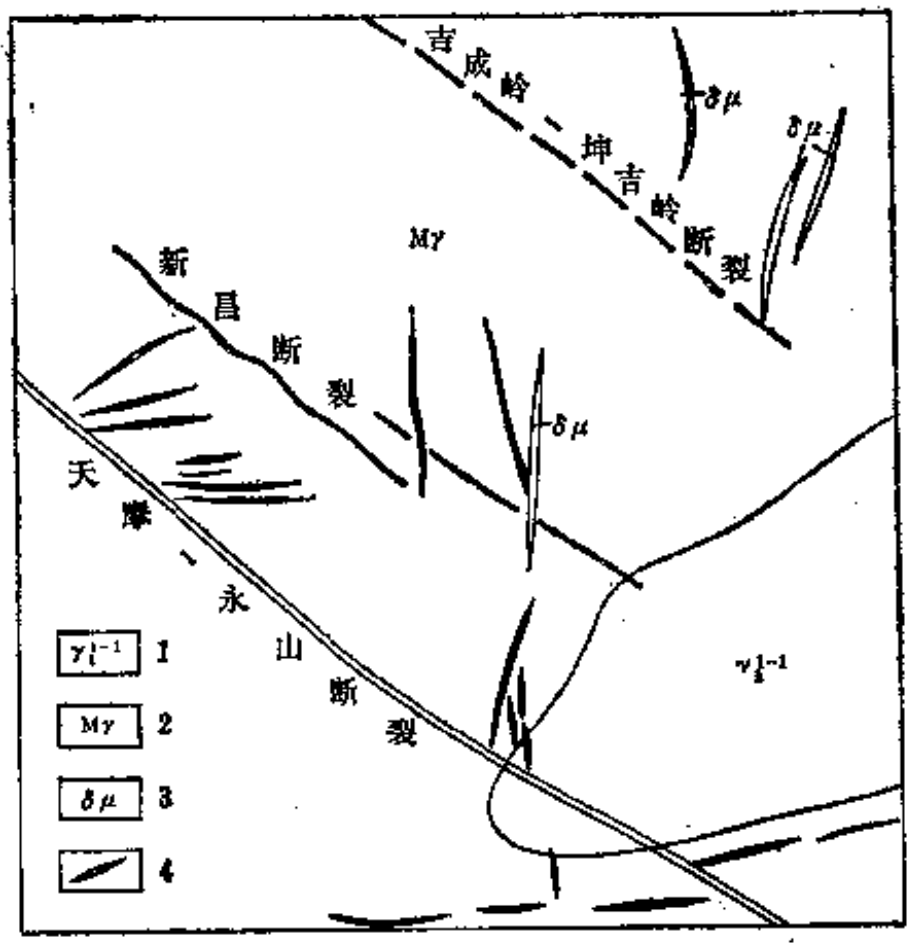


图2 遵岳金矿床地质图

Fig. 2 Geology of Zhaoyue gold deposit

1—片麻状花岗岩；2—混合岩；3—闪长玢岩脉；4—矿脉

（三）云山金矿床

该矿床位于平北断裂的东南端之东北侧，为一大型变质热液金矿床。太古界狼林群为金矿床的赋矿围岩，其岩石类型为石榴堇青片麻岩、斜长片麻岩、角闪岩等。矿体受平北大

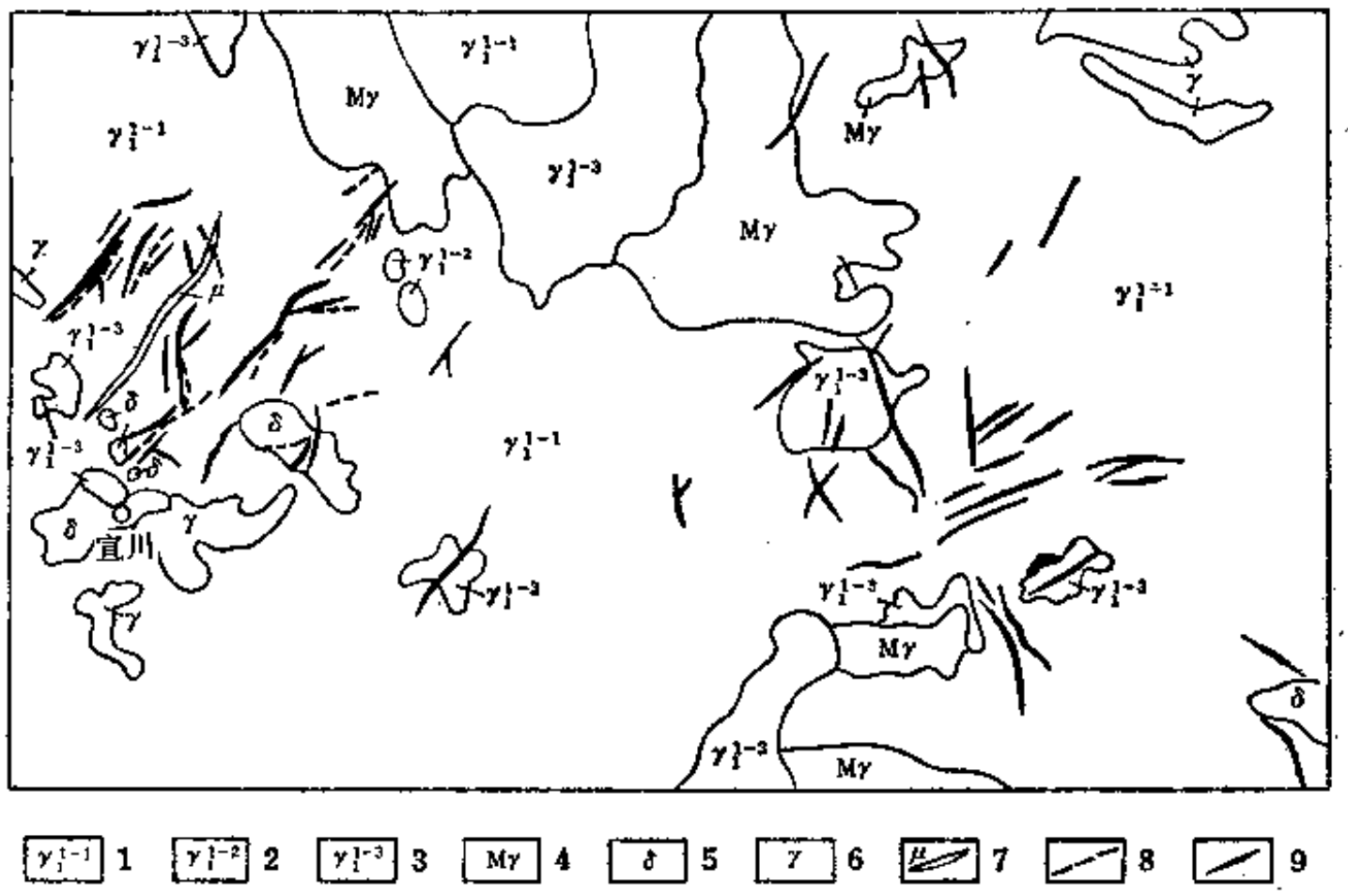


图 3 宜川金矿床地质图

Fig. 3 Geology of Xuanchuan gold deposit

1—莲花山杂岩体第一侵入期片麻状黑云母花岗岩；2—莲花山杂岩体第二侵入期斑状变晶花岗岩；3—莲花山杂岩体第三侵入期乳白色花岗岩；4—前震旦纪混合花岗岩；5—端川岩体第一侵入期闪长岩；6—端川岩体第二侵入期黑云母花岗岩和二云母花岗岩；7—辉绿辉长岩脉；8—推测断层；9—矿脉

断裂控制，赋矿破碎带北东向延伸可达数公里。矿体由透镜状含金硫化物石英脉组成。矿石以块状硫化物为主，主要有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿及少量毒砂、黄铁矿和菱铁矿。含金品位变化较大，一般呈地表贫、地下富的特点，地表品位为0.5—1g/t，地表下垂深15—30m时，金品位可达15—20g/t，平均金品位8—15g/t。该区也有产于端川花岗岩中的含金石英脉，沿走向延长短，一般不足100m，石英呈梳状，硫化物少，但金品位较高。矿床形成于太古代—早元古代，部分为中生代。预计到1990年年产金可达10 t。

综合上述，平北金矿集中区具有以下共同特点：矿体主要赋存在狼林群中，与金矿床有关的岩体主要为太古代莲花山花岗岩，也有与侏罗纪端川花岗岩有关的金矿，金矿床受北西向断裂构造控制明显。

二、平安南道金矿集中区（Ⅰ-2）

本成矿区处于平南台向斜中。区内出露地层主要有太古代狼林群，中元古代北部详原系，晚元古代南部详原系及驹岘系，下古生界和上古生界。

成矿区岩浆活动发育，太古代至中—新生代各期侵入岩均有出露。中侏罗世的端川花岗岩在全区大面积分布。与金矿化关系密切的有端川花岗岩、惠山花岗岩、鸭绿江花岗岩及莲花山花岗岩等岩群。

区内的金矿床主要产于太古代、元古代褶皱基底的隆起带，受断裂构造控制明显，赋存在铝硅酸盐岩石中的矿体占84.6%，在碳酸盐岩石中占15.4%。当端川花岗岩与碳酸盐岩石侵入接触时，往往形成接触交代型含金硫化物矿床。

本成矿区是朝鲜半岛重要产金区之一，已知有成兴、金坪、云谷、遂安、慈城等11个金矿床在区内分布。区内金矿床成因类型以变质热液型、岩浆热液型及接触交代型为主。以下简述几个金矿床特征。

（一）成兴金矿床

该矿床位于平安南道桧昌郡，平南陆向斜中央部位的阳德突起的西南端。矿山面积近百平方公里，为一大型岩浆热液型矿床，是朝鲜目前重要的产金矿山之一（图4）。矿区分布地层主要为太古代狼林群片岩、片麻岩和元古代详原系。详原系由下而上划分为直岘统和祠堂隅统，与矿床直接有关的是直岘统，由石英岩、片岩及灰岩的互层组成，厚度为250—600m。区内有中生代中期和末期的岩浆活动。在矿区北东阳德隆起内有中生代侏罗纪端川岩群（阳德侵入岩体）分布。矿区西侧有白垩纪鸭绿江岩群（桧仓侵入岩体）分布。矿区总的构造形态是一个呈北西向的背斜构造，地层产状平缓。岩层中的层间破碎带很发育，层间破碎带是主要的储矿构造带，对矿体的空间分布起着重要的控制作用。矿体呈层状、似层状赋存在中元古界详原系直岘统石灰岩、云母片岩的层间破碎带以及详原系与狼林群之间的不整合面上（图5）。矿体与地层产状基本一致，但也有斜交地层的矿体存在。矿体空间分布可划分为6个矿体群，并且以产在石英岩中的1号和3号矿体群为主，其中又以3号矿体群规模最大。矿体可分为2种类型：1．产在石英岩中者以含金石英脉为主；2．产在石英岩与灰岩之间者为含金黄铁矿蚀变岩。矿化阶段可分为3期：1．无矿石英阶段；2．含金硫化物阶段：又可分为① 含金石英-黄铁矿亚阶段；② 含金石英-多金属硫化物亚阶段；3．石英-方解石阶段。

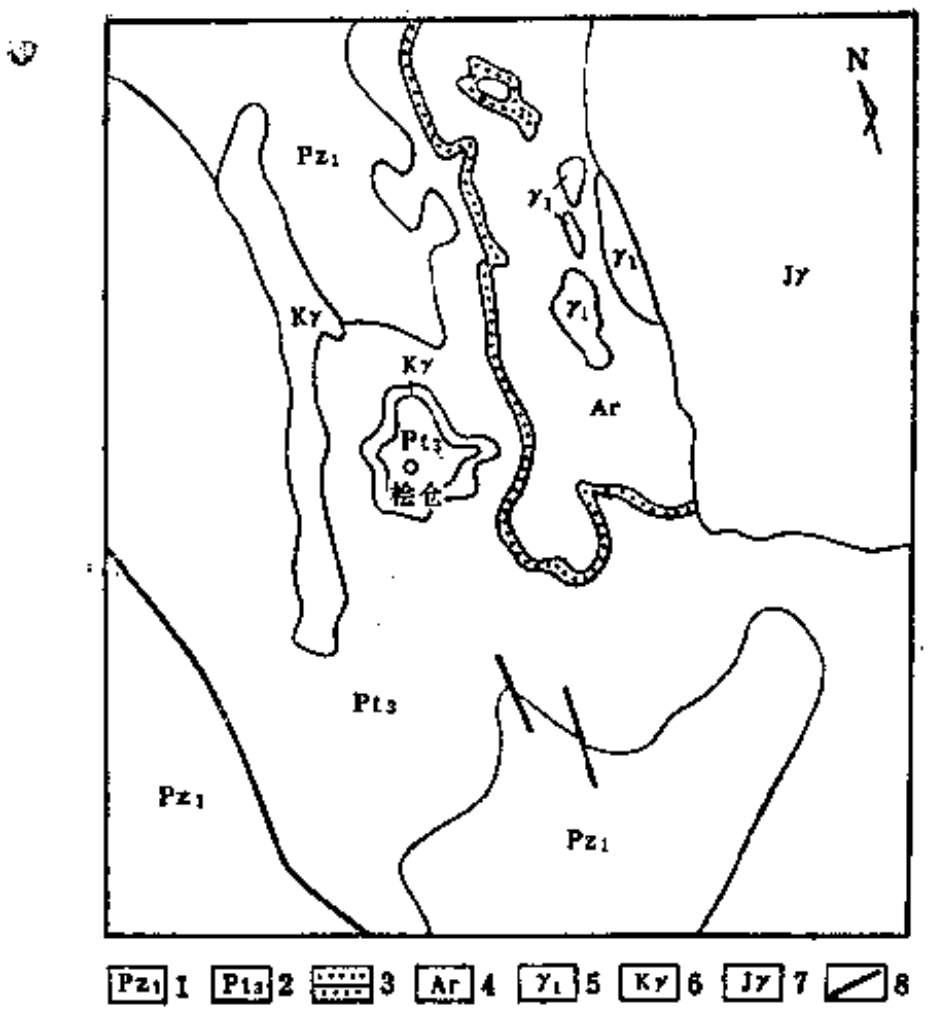


图 4 成兴金矿床地质略图

Fig. 4 Geological sketch of Chenxing gold deposit

1—下古生代盖层；2—详原系；3—直岘统下部石英岩；4—太古界狼林群片岩、片麻岩；5—莲花山花岗岩群；6—鸭绿江岩群；7—端川花岗岩；8—断层

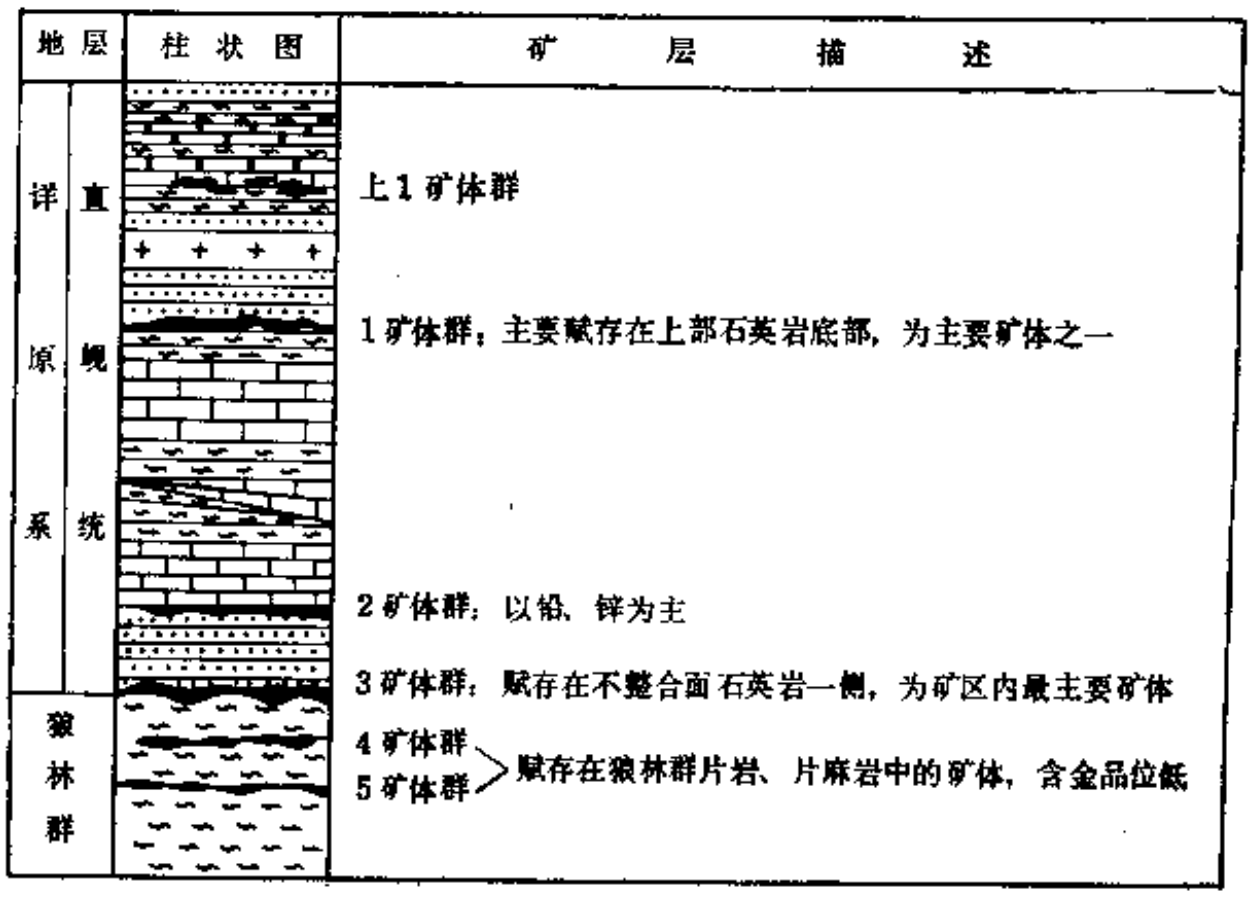


图 5 成兴金矿柱状图

Fig. 5 Columnar section showing Chenxing gold deposit

一些学者认为：该矿床属于岩浆热液型矿床，阳德岩体是成矿母岩，成矿物质来源于岩浆带来的矿液，沿穹窿构造的层间破碎带充填成矿。

部分学者认为：该矿床的形成条件较为复杂，除了岩浆热液作用外，金的物质来源与狼林群有关，可能属于变质热液型层控矿床。狼林群片岩、片麻岩中有厚达 300m 的含

矿层，赋存 4 号和 5 号矿体群，并从上往下含金量有逐渐变贫的趋势，经过区域变质作用和后期岩浆热液作用，使分散的金经过活化、迁移，在有利的层间构造部位富集形成矿床。成矿温度为170—260℃，属中温矿床。另外，根据剖面图上矿体产出形态与地层产状基本一致，矿体稳定延伸很大及矿体群的空间分布顺层展布的特点，成兴金矿床应属层控矿床。从亚洲东部金矿床地质资料分析表明，金矿床的形成过程中，变质和岩浆作用之间具有相互依存的关系。

（二）遂安金矿床

位于黄海北道，金矿赋存在详原系祠堂隅统碳酸盐岩层与端川岩群闪长岩、花岗岩的接触带矽卡岩和相邻的灰岩中，为一接触交代型金矿床。矿区由祠堂隅统碳酸盐岩、片岩和侵入于其中的端川杂岩（闪长岩、斑状黑云母花岗岩）、鸭绿江杂岩（石英斑岩、粗玄岩及橄榄辉石玄武岩脉）所组成。沿闪长岩、花岗岩与碳酸盐岩的接触带或在碳酸盐岩外接触带发育有石榴石、石榴石-辉石及石榴石-辉石-绿帘石矽卡岩等，矿体受破碎带和裂隙所控制，并位于矽卡岩或与之相邻的变质灰岩中。矽卡岩矿体呈透镜状、脉状或矿囊状。矿体、矿脉沿走向延长 20—160m（一般 40—80m），脉宽为 2—30m（一般为 10—15m）。

平南台向斜中金矿的特点及分布规律表明：1．该区的金矿床主要分布在太古代褶皱基底出露的隆起带周围。如成兴金矿分布在阳德隆起带中，从而说明金矿床的形成与老地层有密切关系，老地层为主要的赋矿围岩；2．隆起带中必须有侵入体产出才有利于成矿，因为岩浆岩形成过程中的岩浆热液携带了大量的矿液，为成矿的主要来源；3．大多数金矿的赋存围岩为铝硅酸盐岩石，如成兴金矿最重要的 1 号和 3 号矿体群就赋存在直岘统石英岩中。

三、京畿金矿集中区（Ⅰ-3）

本金矿集中区位于京畿台背斜上，区内出露有太古代狼林群、元古代详原系沉积变质岩。岩浆岩有太古代莲花山花岗岩、侏罗纪端川花岗岩以及白垩纪花岗岩。莲花山花岗岩在京畿台背斜的西部，即汉城隆起带及忠州-大田褶皱构造带内分布广泛。白垩纪花岗岩仅以小岩株形式在小白山隆起带的少数地区出露。

本区经历了多次的构造运动及岩浆活动，与成矿作用有密切关系的岩石为花岗岩。区内的三级构造单元从北向南依次为汉城隆起带、忠州-大田褶皱构造带、沃川沉降带及小白山隆起带[1]。

区内的金矿床主要分布在江原道、忠清南道、忠清北道。有大型矿床洪川、金井、九峰以及中、小型矿床和矿点共计22个[11]。矿床的成因类型有岩浆热液型，如金井金矿床（即朝鲜型或白岗岩型）；变质热液型，如洪川金矿床。下面简述有关矿床特征。

（一）洪川金矿床

该矿床为一大型变质热液型金矿床。矿床赋存于太古代狼林群黑云母片麻岩中。有 2 条含金石英脉呈近南北向平行分布。1936年发现，一个月内开采富矿部位的特富矿石量为 9 191t，特富金平均品位为 11 640g/t，银为 7 830g/t，已开采纯金量 100 t 以上。矿床为含金石英脉型，向下变为含毒砂石英脉型，属变质热液型金矿床。

（二）金井金矿床

位于小白山隆起带东北端，为朝鲜南部最大的黄金生产矿山之一。矿床为岩浆热液型（即朝鲜型或白岗岩型）。矿区地层由前寒武纪变质岩组成，出露有各种角页岩、堇青石云母片岩。不同规模的花岗岩体，出露在矿山的南北两侧。矿床呈北西向延伸，为向北东倾伏很深的复合矿脉。最早的伟晶岩脉是由钾长石和少量石英组成，并被由粒状石英、斑点状微斜长石及少量电气石组成的白岗岩脉切割。金矿化赋存于白岗岩脉中，其形成时代为晚元古代（1 100—1 600Ma）。

（三）居昌金矿床

位于小白山隆起带的中部，是南朝鲜有名的产金区之一。区内岩石为前寒武纪花岗片麻岩，侏罗纪、白垩纪的花岗岩，矿脉由 2 条彼此平行的细石英矿脉构成。矿脉赋存于花岗片麻岩中，走向北东45°，倾角50°。在矿石中可见到黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、磁黄铁矿和自然金。属变质热液型矿床。

四、洛东江金矿化集中区（Ⅰ-4）

本区主要分布有中生代白垩纪及新生代火山岩系。区内有统营子金矿床及上金金矿床，矿床除与白垩纪佛国寺花岗岩有关外，尚与新生代陆相火山岩有关，如统营子金矿床，位于庆尚南道洛东江边缘坳褶带，其中主要分布有中、新生代陆相火山岩，属火山热液型金矿床。

第二节　日　本

日本为亚洲重要的黄金生产国之一，其产量仅次于中国、朝鲜、菲律宾。金矿储量为311 t （1985年）。金矿床主要集中分布于北海道、本州和九州地区，其中九州西南部为主要产金区，著名的金矿床有菱刈、串木野、春日、岩户等（图6）。

1981年，在日本九州鹿儿岛发现菱刈金矿床，该矿床金矿储量为150 t，含金品位达80g/t，为日本已发现的最大金矿床；其次是新泻县佐渡金矿床，该矿床自1901 年以来已产金77 t，银2 300 t；第三位为北海道的鸿之舞矿床，已产金73 t，银 1 243 t；第四位是九州的西南部串木野矿床，已生产金45 t，银 450 t；第五位为国东半岛大分县的鲷生金矿床，总计产金达35 t。

日本列岛呈向东凸出的弧形位于亚洲的最东部，属环太平洋西部大陆边缘带的火山岛弧区，为环太平洋西部新生代岛弧褶皱系的一部分。其区域地质背景主要是基底为古生界—中生界沉积岩及火山-沉积岩，盖层为老第三系沉积-火山岩、火成岩及新第三系的“绿色凝灰岩”。“绿色凝灰岩”主要由海底火山岩组成，金矿床主要产在新第三系“绿色凝灰岩”中，如岩户金矿床，但也有产于老第三系沉积岩中的，如菱刈金矿床。在日本金矿产出区，古生代—老第三纪的沉积岩及火山-沉积岩、新第三纪和第四纪的火山岩、火山碎屑岩均有出露。所有的内生金矿床均与中—新生代岛弧岩浆活动密切相关。

日本构造单元的划分如下：1．西南日本内带；2．西南日本外带；3．东北日本；4．北海道地区。日本可能经过了前寒武纪的历史过程，而在寒武纪—奥陶纪期间处在隆起剥蚀环境，没有接受沉积。从志留纪以来，经过了古生代、中生代和新生代地槽阶段。古生代以来的构造运动有：1．安信族运动：相当于华力西运动；2．本州运动：相当于我国印

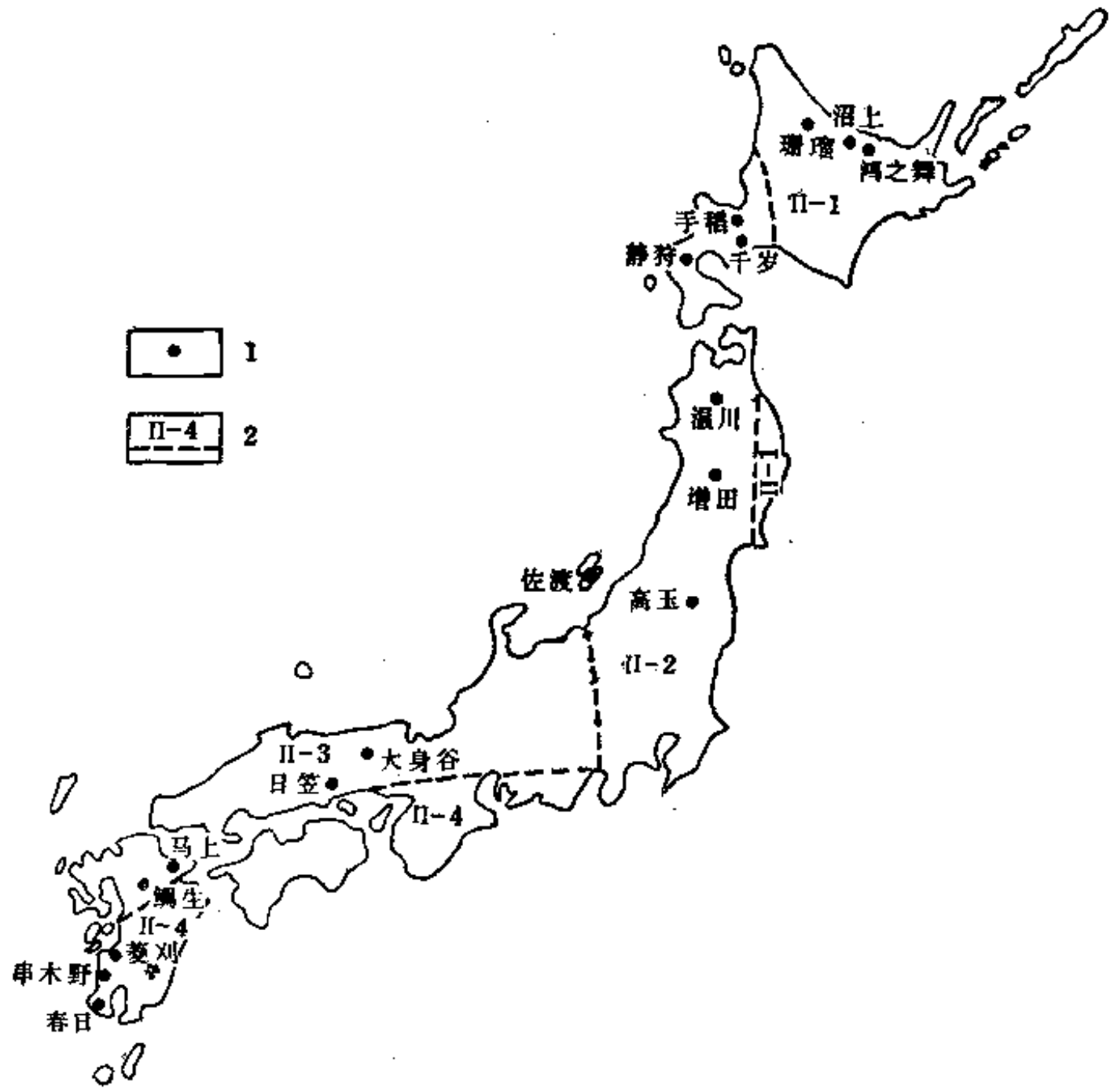


图 6　日本金矿床分布图

Fig. 6　Gold deposits of Japan

1—金矿床；2—金矿（化）集中区界线及编号；Ⅱ-1—北海道北部；Ⅱ-2—东北日本；Ⅱ-3—西南日本内带；Ⅱ-4—西南日本外带

支运动；3. 广岛运动：相当于我国燕山运动；4. 绿色凝灰岩运动：普遍发生于环太平洋大陆边缘带上，时代为中新世。

日本金矿床有原生金矿和伴生金矿 2 种成因类型。原生金矿一般多为脉状金矿床，矿体以含金石英脉形式存在。伴生金主要与黑矿型矿床有关。近年来，日本黑矿中的金产量大大超过了石英脉型金矿床，但是，石英脉型矿床仍是重要的金矿床。

日本黑矿是由海底热泉活动形成的原生重金属矿床。黑矿以致密块状、层状硫化物矿为主，其下部伴生有网脉状矿，时代为中新世，产于绿色凝灰岩火山层序中。矿床形成于13Ma前一段极为有限的地质时期内，与镁铁质到长英质火山旋 回中晚 期长英质岩有关。整个火山旋回开始于渐新世晚期或中新世早期，所有矿床均分布于与岛弧平行的狭窄条带内。在中新世期间，整个黑矿带为高热流区。

关于黑矿矿床成因问题，佐藤竹雄曾提出一种模式，即大约在 20—25Ma 前由于太平洋板块向下俯冲的同时，有大量基性到中性岩浆流体，进而在下部地 壳 发 生 分异。约在13Ma前，岩浆分异晚期阶段出现岩浆流体，向海底移动，并与海水 混 合，结果产生黑矿

矿床。

日本金的成矿作用时代主要有2期：1．中生代末白垩纪—老第三纪，阿尔卑斯造山旋回之初，东部和西部属优地槽环境，形成层控型含金铜-黄铁矿型矿床；西南部发育有陆相火山岩，其后有花岗岩侵入体贯入，形成火山岩型金-银矿床；2．新第三纪—第四纪，金矿化则以新生代阿尔卑斯期构造-岩浆活化作用过程中最为发育，形成岛弧之上构造层、火山深成岩建造。火山岩在日本内弧最为发育，沿早期及新第三纪的深断裂有酸性岩（早期）—基性岩（晚期）喷发。海底火山喷发作用形成了绿色凝灰岩层，广泛地出现于中新世—上新世期间，属钙-碱性系列。在盆地凹陷区，形成有大量铜-多金属黑矿型矿床。自上而下分带如下：1．黑矿：块状构造，主要由铅、锌、铜、银的硫化物所组成；2．黄矿：以黄铁矿-黄铜矿为主；3．细脉状硅质矿石：其组成近似黑矿。

此外，在陆相火山岩中形成有低温火山热液型金、银矿床[12]，同时，伴随有铅、锌、铜、汞、锑矿化，在成因上与酸性喷发岩、次火山岩（石英闪长岩、花岗斑岩、闪长玢岩等）有关，产出于线性、张性深断裂中，伴随有岩浆源易挥发组分的带出，矿物成分复杂，在深部有金、银等亲铜矿化元素富集。在外弧带，在磨拉石建造、青盘岩化酸性喷出岩（为更晚期的晚中新世花岗岩所穿切的酸性喷出岩）中分布有近地表的脉状金-银矿床。

根据金矿床所处的构造单元及其分布特点，将日本金矿床划分为4个金矿（化）集中区：1．北海道北部金矿集中区；2．东北日本金矿集中区；3．西南日本内带矿化集中区；4．西南日本外带金矿集中区。以下分述各金矿（化）集中区特点：

一、北海道北部金矿集中区（Ⅱ-1）

本区位于北海道东北部。区内地层由古生界志留—泥盆系、古生界上部—中生界下部的日高群、老第三系及新第三系组成，并都遭受了不同程度变质作用的影响。深成侵入岩不发育，白垩纪晚期—老第三纪花岗岩仅呈小岩块零星出露。本区属于绿色凝灰岩区的一部分，故新第三系酸性和中性—基性火山岩甚为发育。第四纪火山岩在区内广泛分布。

区内产出的主要金矿床有鸿之舞、佐吕间、珊瑚、北隆等。下面简述鸿之舞金矿床的特征：

该矿床位于北海道纹别市，为日本典型的火山岩型矿床（即浅成热液含金石英脉型矿床）之一，曾为日本第二大金矿床，1918—1973年闭坑为止，生产金约73 t，银1 243 t。矿区产于新第三纪沉积盆地中。区内以前白垩系日高群为基底，上第三系中新统沉积岩和火山岩不整合覆于其上，并有火山岩侵入。

矿床赋存在新第三纪火山岩系中，矿体赋存在青盘岩化安山岩中。含金石英脉共有16条，矿脉走向NE—NNE，多数倾向北西。矿脉长300—700m，少数为600—2 500m，延深90—320m，厚度1—10m，平均品位金1.6—7.8g/t，银10—118g/t，已产金73 t，银1 243 t。

二、东北日本金矿集中区（Ⅱ-2）

本区包括北海道西南地区和东北日本北鹿-下北半岛地区。金矿床集中分布在北海道西南部及东北日本的内带。区内有石炭—二叠系出露，新第三系沉积岩和火山岩、第四纪

中—基性火山岩分布广泛，白垩纪中期或更老的花岗岩在东北日本内带的南端广泛分布，在其它地区零星分布。

区内有手稻、千岁、静狩、温川、佐渡等大、中、小型矿床24处，以下简述几个金矿床特征。

（一）佐渡金矿

矿床位于新泻县佐渡岛上。以前曾是日本最大的金矿床，历史上共采黄 金 77t，现已闭坑。

佐渡金矿床为一火山岩型矿床，矿床围岩为新第三纪火山岩及火山碎屑岩。新第三系的基底为早第三纪地层，矿床赋存在新第三系大立组和相川组内。矿脉有东西向、北东-南西向、南北向和北西-南东向。在东西向脉系中形成了富矿体，含金石 英 脉为热液裂隙充填而成，其形成与新第三系火山岩有关。1905—1973年间，共采原矿 1.5 亿吨，含金品位为5.1g/t，银153g/t，铜0.3%。

（二）温川金银矿

温川矿床位于日本北鹿北部青森与秋田两县交界的十和田湖西岸，是1984年发现的新类型黑矿。矿区地层从下往上为第三系锅仓泽层、早濑森层、远部层及碇个关层，不整合覆盖着十和田火山沉积物。早濑森层下部层以凝灰角砾岩为主，上部层由浮石组成，矿床即赋存在下部层的顶部。区内地质构造与十和田湖西岸一线大致平行。在温川元山泽和元山岭附近的新第三系中新统中部，有 2 个局部性的穹窿构造。矿床由 5 个独 立 的 矿 体组成。层状致密黑矿、砾状黑矿以及石膏等组成了上部的层状矿，下部则为赋存于围岩中的黑矿质硅矿。矿体位于含矿层穹窿构造的翼部。5 号矿体是温川矿床的主矿体，主要由层状黑矿及硅矿组成，矿体中黑矿质硅矿（含铅＋锌在4%以上的硅矿），大 部 分 含 金量很高。含金硅矿（含金在2g/t以上）分层状含金硅矿和含金网状浸染矿。矿石主要由黑矿、黑矿质硅矿及层状粘土质矿染带组成，占整个矿床的 90%。主 矿 体（5 号）含 铅品位为 7.16—19.92%，锌19.05—34.70%，金12—26g/t，银196—1 321g/t。

三、西南日本内带矿化集中区（Ⅱ-3）

本区靠近日本海沿海一侧，呈狭长条带状分布。区内在山阳-能登半岛一带 分布 有新第三纪绿色凝灰岩、白垩纪晚期—老第三纪的花岗岩及第四纪火山岩。本区东北段分布有古生界、中生界、飞騨变质岩及花岗岩（早古生代或古生代晚期及白垩纪—老第三纪长英质花岗岩和酸性喷出岩）。九州北部至四国地区东部一带分布三郡变 质 岩、下侏罗统—中侏罗统的海相沉积物、下白垩统陆相沉积和陆相火山岩、晚白垩世—早第三纪火山岩和花岗岩及浅海相—陆相早第三纪地层。

该区内主要有中型矿床鲷生、大身谷和小型矿床日笠、马上等，其中国东半岛的鲷生矿床曾为日本的第 4 大金矿床，闭坑时总计产金35t。

四、西南日本外带金矿集中区（Ⅱ-4）

西南日本外带邻近太平洋沿岸，呈一狭长条带状。区内有变质岩、结晶片岩（三波川结晶片岩），古生代、中生代和前第三纪基性—超基性岩及中生代早期或古 生 代晚期花岗岩。四万十群和少量中新世绿色凝灰岩分布在九州西部。九州鹿儿岛是琉球弧的一部分，

琉球弧主要是陆地中新世火山活动带，它与绿色凝灰岩区不同，绿色凝灰岩主要由海底火山岩组成，盛产著名的黑矿型贱金属和贵金属矿床。

本金矿集中区分布有较多的金矿床，其中九州西南地区为日本著名的金矿产地。大型金矿床有菱刈、串木野、岩户等，中、小型矿床如春日、大口、布计等，总计14处。

（一）菱刈金矿床

菱刈金矿床位于九州南部鹿儿岛县西北部的北萨地区。1981年发现，1985年开始投产，矿床金储量达150t，品位达80g/t，为日本近年来发现的最大金矿床。矿床产于鹿儿岛地沟现代火山构造带上，矿区断裂发育，温泉较多，为一典型的浅成低温火山热液脉型矿床（或热泉型金矿床）。矿区基底为白垩纪—老第三纪四万十群，新第三纪及第四纪火山岩、火山碎屑岩不整合覆盖在其上。四万十群主要由页岩、砂岩及其互层组成。新第三纪火山岩（即北萨早期火山岩），主要岩性为安山岩质火山砾凝灰岩和凝灰角砾岩，局部夹有泥岩、细粒凝灰岩及安山岩砾岩等。第四纪火山岩以普通辉石安山熔岩为主。基底和盖层的围岩蚀变发育情况有所差别，在基底四万十群中，除靠近矿脉部分外，围岩的热液蚀变程度很低，在矿脉中能见到硬硅钙石、硅钛铁钡石等含水硅酸盐矿物，而在上部的安山质凝灰角砾岩中，却可见大范围的粘土化蚀变带。蚀变作用最强的部位并不在矿脉附近，而在矿脉赋存部位以上，海拔150—230m之间，估计这是矿化作用时期的热液蚀变和矿化作用以后的温泉作用重叠而形成。

矿体容矿岩石为老第三纪四万十群和新第三纪北萨早期安山岩类岩石（图7）。矿体2/3产于基底四万十群的背斜轴部，1/3产于由安山质凝灰角砾岩和火山砾凝灰岩组成的北

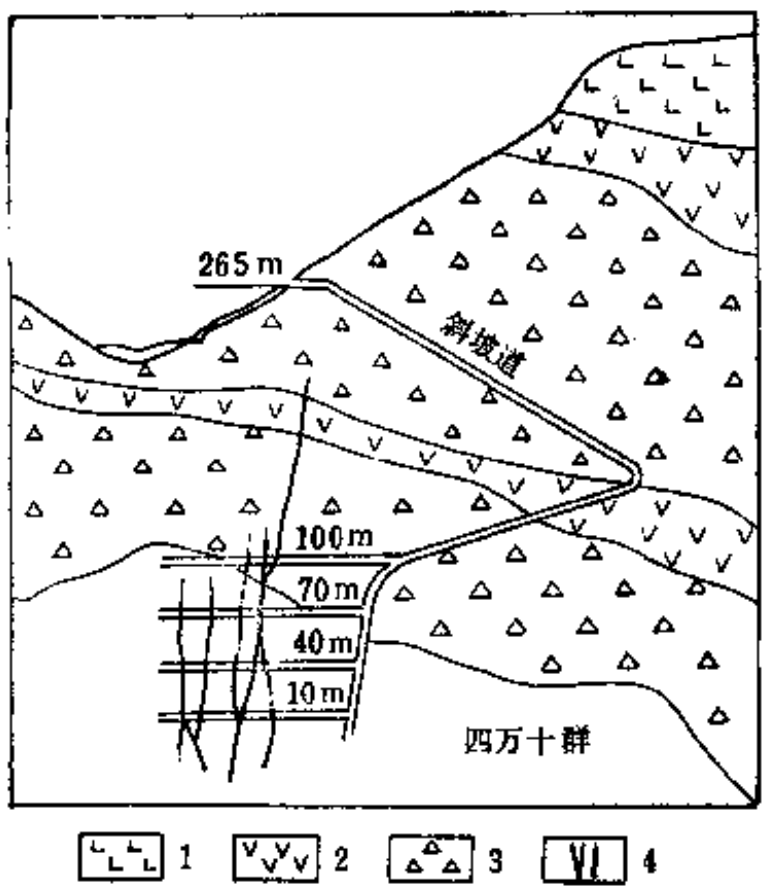


图 7　矿床地质剖面示意图

Fig. 7　Section showing deposit geology

1—流纹岩；2—安山岩；3—凝灰角砾岩；4—矿脉

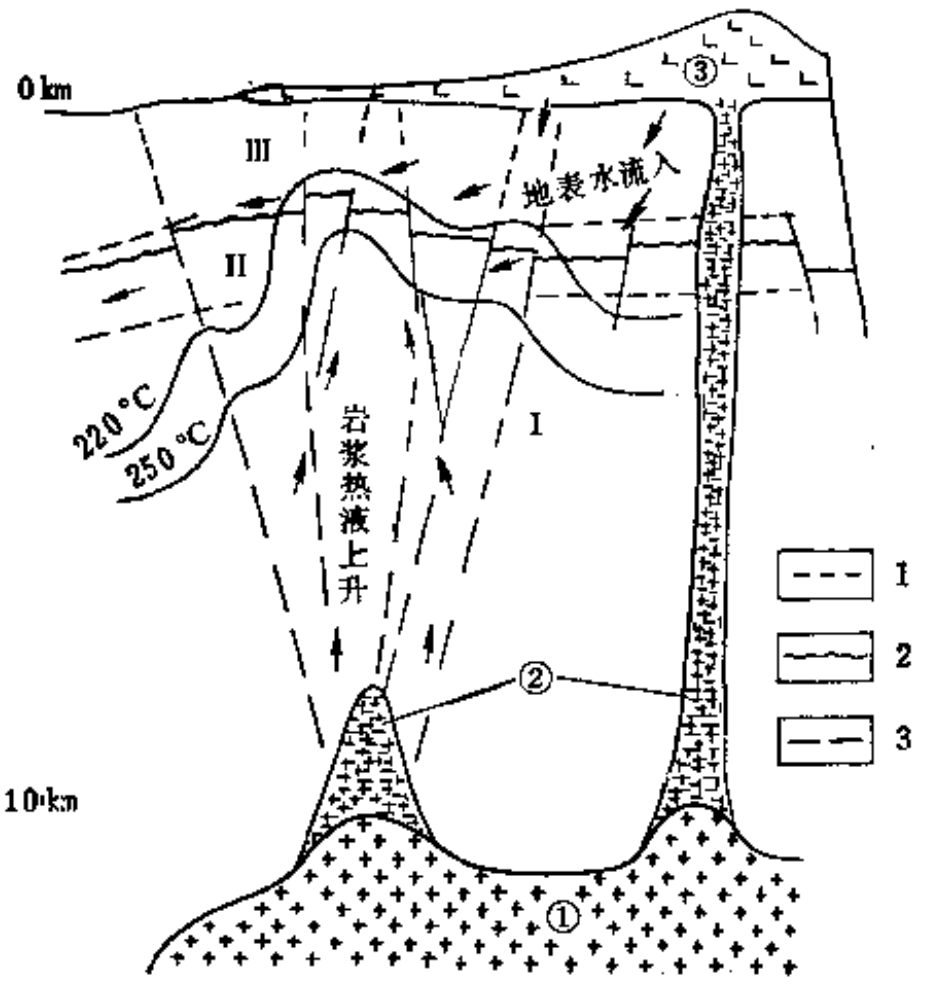


图 8　菱刈金矿床成矿模式图

Fig. 8　Ore-forming model for Hishikara gold deposit

（据石原舜三）

1—矿带界线；2—沸腾潜水面；3—构造断裂；①—花岗岩；②—石英斑岩；③—黑园山流纹岩；Ⅰ—四万十群；Ⅱ—矿化带；Ⅲ—安山岩（帽岩）

萨早期安山岩中，矿体由5—6条主要矿脉和许多细脉组成。据矿脉形态及矿石结构构造，可划分为3类含金石英脉，即高品位白色含金银石英脉（主脉）、脉状石英脉和含银为主的黑色条带石英脉。矿脉中伴有大量温泉水，在矿山开发过程中均见有温泉从矿脉中涌出，金矿脉与温泉活动有一定的关系（图8）。金的品位一般为几十克/吨以上，最高可达几百至上千克/吨。银的品位达几十克/吨至上百克/吨。金矿床的形成，与日本岛弧型板块俯冲带的火山岩浆作用有关，矿床形成时代为新第三纪。

（二）岩户金矿床

位于鹿儿岛县枕崎市，为一大型火山岩型矿床。区内地层自下而上可分为四万十群、南萨群、后南萨期火山岩类、阿多火山碎屑岩流等。矿床赋存在南萨群上部，矿体围岩为辉石安山岩、火山砾凝灰岩、凝灰角砾岩、浮石质凝灰岩等，局部夹有凝灰质泥岩。

岩户矿床是由赋存在南萨群上部的含金银块状硅化体群构成的，呈东西、北东-南西向分布，硅化岩体呈弧状分布，反映破火山口地质环境，各硅化岩体的形状一般是上部大下部小。富矿体主要位于硅化岩体的膨大部位和核部，在蘑菇状硅化岩体中，富矿部分分布在岩轴的顶部，其形状与岩体轮廓相似。矿区内有EW、NE-SW向断裂存在，断层及塌陷构造控制着矿床的分布。该矿开采始于明治年间，从1932—1980年约产金4.4t，1980年生产矿石104 780t，金品位3.78g/t，银8g/t，为日本重要金矿山之一。

（三）串木野金矿床

位于日本九州鹿儿岛县串木野市，为日本著名的大型金矿床之一，其形成与第三纪火山岩有关，为火山岩型矿床。基岩是白垩系砂岩，矿床产于第三纪安山质火山岩中，矿脉数逾30条，矿脉体的形成与安山岩褶皱紧密相关，主脉串木野1号脉走向延长2 600m，厚度3—60m，开采深度达450m。矿石分为具黑色条带或黑色斑点的“银黑矿”和含有白色粘土矿的“白矿”。矿床形成于第三纪，由含金、银石英和方解石及少量冰长石、绢云母和硫化物组成的裂隙充填浅成热液矿脉组成。

矿床发现于1658年，1939年前后开采极盛，近年来年产原矿达25 000t，其矿石品位：金4.7—5.5g/t，银41—52g/t。

（四）春日金矿床

该矿床位于九州南端，区内以中生界四万十群为基底，其上覆有新第三系中新统南萨群，再往上为第四系阿多火山碎屑岩。四万十群由砂岩、页岩组成，分布在矿区西部。南萨群由安山岩质凝灰岩、凝灰角砾岩、熔岩组成，具青盘岩化，零散分布在矿区周围。阿多火山碎屑岩岩性为英安岩—安山岩质熔结凝灰岩，分布广泛。矿床由交织在一起的石英脉和细脉组成，赋存在南萨群中，为一火山热液型金矿床，即南萨型金矿床。矿化区的核部是多孔的细粒石英块体，其周围是地开石-高岭土带，穿过高岭土化岩石，逐渐过渡为未蚀变岩石（图9）。在石英脉、细脉和硅化带中，金以银金矿产出，同时伴有微量黄铁矿和硫砷铜矿。矿床中强烈硅化部分的平均含金量为3.11g/t，大石英脉中含金量为18.66g/t。

日本九州西南部是日本的一个重要产金区，金通常见于低温热液石英脉中。金矿床除大型矿床菱刈、串木野外，尚有著名的大口金矿，该矿山从1896年开始开采，最近因采空关闭，共采金22.2t，矿石平均金品位13.6g/t。此外还有布计、春日、赤石、岩户等一系列金银矿床。到目前为止，该区的金产量超过100t，是日本最大的金矿区。

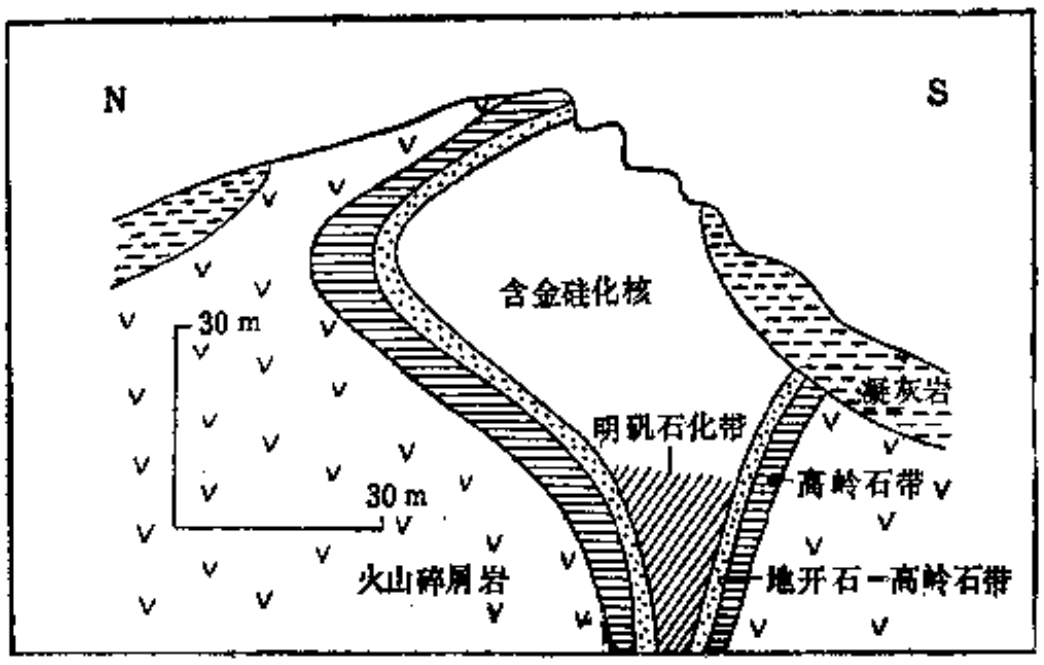


图 9　春日矿山地质剖面图

Fig. 9　Geological section of Chunri gold mine

第三节　菲　律　宾

菲律宾为亚洲重要的产金国之一，金储量为620t，1986年金产量39.9t。菲律宾群岛位于太平洋板块和欧亚大陆板块之间俯冲带近侧的岛弧区，具非常典型的环太平洋岛弧区的地质和成矿特征。岛弧内新生代的海相火山岩系十分发育。下部以细碧角斑岩系为特征，中部以中性安山岩及其火山碎屑岩为主，上部以中酸性英安岩为特征，自下而上均含沉积岩系。岛弧基底为前侏罗纪的石英岩、板岩、千枚岩、大理岩、云母片岩和基性熔岩以及辉长岩类等岩石构成，这套基底杂岩已强烈变质为绿片岩相，局部为绿帘-角闪岩相。菲律宾群岛中央为贯穿全岛的菲律宾大断裂，方向近北西向，代表了区域的主干构造线方向和地层走向。菲律宾的金矿主要沿区域性北西向大断裂分布，如阿库潘、安塔莫凯矿床位于左旋扭动的菲律宾大断裂北端的外延部分，本身受北西-南东和北东-南西2组断裂控制。马斯巴特岛的马斯巴特金矿床、棉兰老岛东北部金矿床也是沿上述的菲律宾大断裂分布，其中的斯阿那金矿直接产在北西向和北东向断裂之复合部位。棉兰老岛东南部的北达沃金矿也分布在大断裂一侧（图10）。

菲律宾的金矿床成因与中、上新统的玄武岩-安山岩海底火山-沉积作用有关，多属浅成低温热液金-银建造矿床。矿床主要以脉状金形式产出，主要成因类型为火山岩型。矿床形成时代主要为晚第三纪。

菲律宾斑岩铜矿床中的金含量较高[4]，可提供大量的金。近年金产量最多的10个矿山中斑岩铜矿床就占了5个。菲律宾于1955年开始开采斑岩铜矿，最早开采的是宿务岛的阿特拉斯矿山。菲律宾斑岩铜矿床与北美大陆的科迪勒拉型矿床相比，具有铜品位低、富金的特点，粗矿的含金极高，可达0.1—0.99ppm，而且几乎所有的矿床都含金。

菲律宾较大的金矿床自北向南有碧瑶、帕拉卡莱、马斯巴特、苏里高和达沃。其中最大的产金区为位于吕宋岛中科迪勒拉山脉南部的碧瑶矿区。

根据矿山的数量、矿床的规模和特点以及构造特征，将菲律宾的金矿床划分为6个金矿化集中区：1．碧瑶金矿集中区；2．帕拉卡莱金矿化集中区；3．马斯巴特金矿化集中区；4．苏里高金矿化集中区；5．马萨兰金矿化集中区；6．宿务含金斑岩铜矿化集中区。

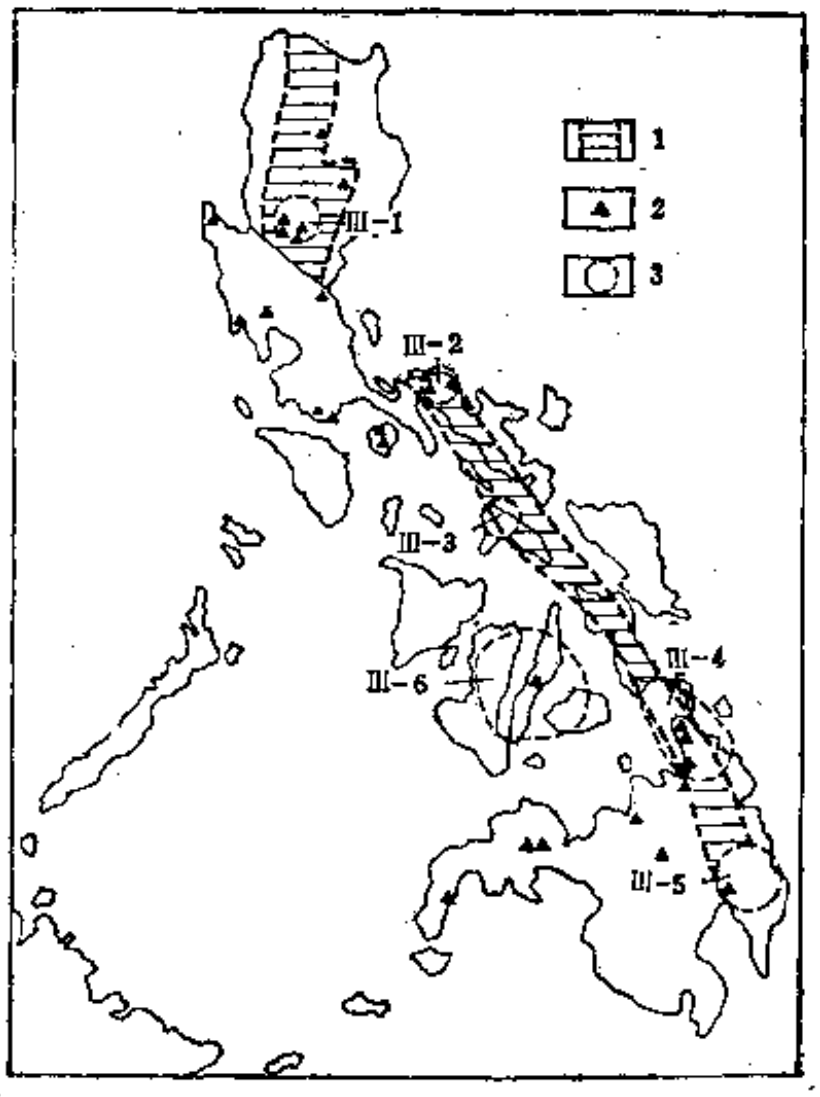


图 10　菲律宾金矿（化）集中区分布图

Fig. 10　Concentrating area of gold deposit(mineralization) in Philippine

1—中新世—更新世金矿带；2—金矿床；3—金矿集中区范围及编号；Ⅲ-1—碧瑶；Ⅲ-2—帕拉卡莱；Ⅲ-3—马斯巴特；Ⅲ-4—苏里高；Ⅲ-5—马萨兰；Ⅲ-6—宿务含金斑岩铜矿化区

一、碧瑶金矿集中区（Ⅲ-1）

本区位于吕宋岛中科迪勒拉山脉的南部，为菲律宾最古老、最富的金矿区。主要金矿床为阿库潘、安塔莫凯金矿床。矿床金储量达 350 t，是环太平洋成矿带上最大的金矿床之一。金主要产在相距4km的阿库潘石英脉群和安塔莫凯石英脉群中，矿石的金平均品位为4.6g/t。矿床为第三纪火山岩型矿床（图11）。另有大型金矿迪松、圣尼诺及小型金矿床马里安在区内分布。以下简述安塔莫凯和阿库潘矿床特征：

（一）安塔莫凯金矿床❶

该矿床位于碧瑶金矿区的西北部，是菲律宾历史上开采最早、时间最长的金矿山。1916—1982年断续生产金106.2t，银149.6t，残留金储量有17.2t，金品位5.37g/t。含金石英脉产在克隆迪克火山-沉积岩系内，主要容矿岩石由安山岩组成，安山岩内局部含有砾岩、杂砂岩和长石砂岩透镜体。矿床中有3条彼此平行的主脉：1．阿密古-卡莫特脉；2．440号脉；3．开斯托恩脉。脉体走向北西-南东，延长数千米。440号脉和开斯托恩脉为2条主脉系（图12）。

矿脉由角砾化的白—灰色石英-蛋白石质石英组成，常含围岩角砾。北部矿脉群只见石

❶ 主要资料来源：地矿部情报所，1986，世界金矿及典型矿床。

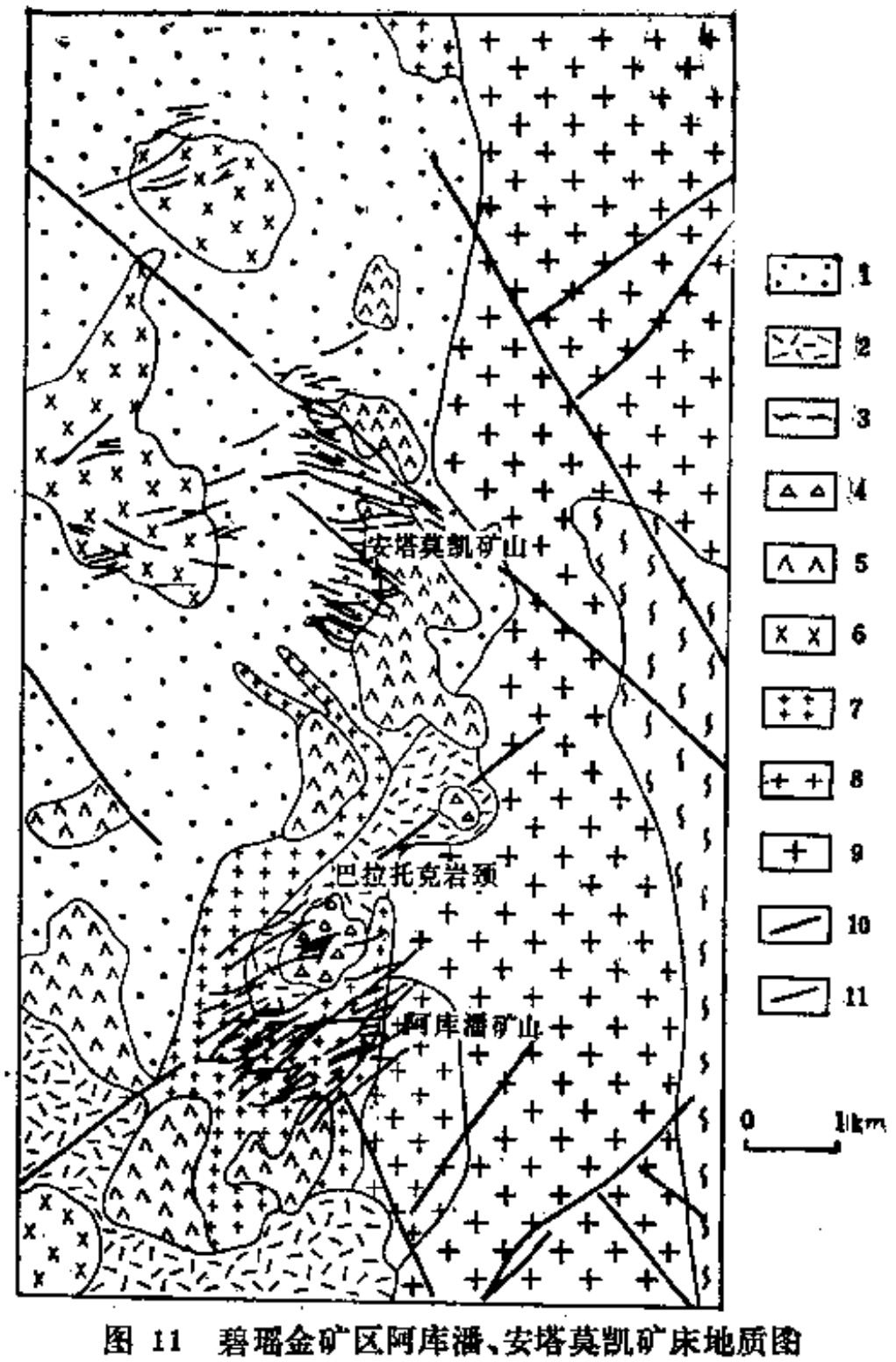


图 11　碧瑶金矿区阿库潘、安塔莫凯矿床地质图

Fig. 11　Geology of Akupan and Antamake deposits in Biyao gold ore area

火山-沉积岩建造：1—克隆迪克建造；2—济格扎格建造；3—变质杂岩；侵入岩：4—英安质火山角砾岩筒；5—斑状侵入岩；6—火山-深成杂岩（安山岩-微闪长岩）；7—含黑云母石英闪长岩和普通角闪石的花岗闪长岩；8—含普通角闪石的闪长岩；9—含普通角闪石的石英闪长岩；10—断层；11—石英脉

英，向南方解石增多，最南侧则几乎全部是方解石脉。向南部和深部硬石膏也有增多趋势。成矿阶段可分为3期：第1期：为交代作用和破碎带充填矿化作用，灰一白色石英与蔷薇辉石相伴生成，矿脉中闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿和方铅矿呈岛状一浸染状，金主要以独立矿物赋存于灰色石英中、交代充填石英角砾处和伴生有硫化物和碲化物的围岩中；第 2 期：形成白一粉红色石英-方解石脉，伴生有后期白色石英、蔷薇辉石、菱锰矿、硫 化 物、软锰矿和少量硬石膏-方解石。金的赋存状态同第1期，但富矿有产在蔷薇辉石-菱锰矿 含 量高的矿脉中的趋势；第3期：形成硬石膏脉，含有硒化物、白色石英和蔷薇辉石，具 绵 状构造，一般不含金。

矿区围岩蚀变以绿泥石化最普遍，局部也见到绢云母化。

（二）阿库潘矿床

该矿床位于碧瑶金矿区的南一中 部，1902 年被发现。1929—1958 年 矿 山 共 生产金 83.9t。近年来，矿山每天产矿石1 200—1 500t，含金品位为4—6g/t。矿床由40条平均长

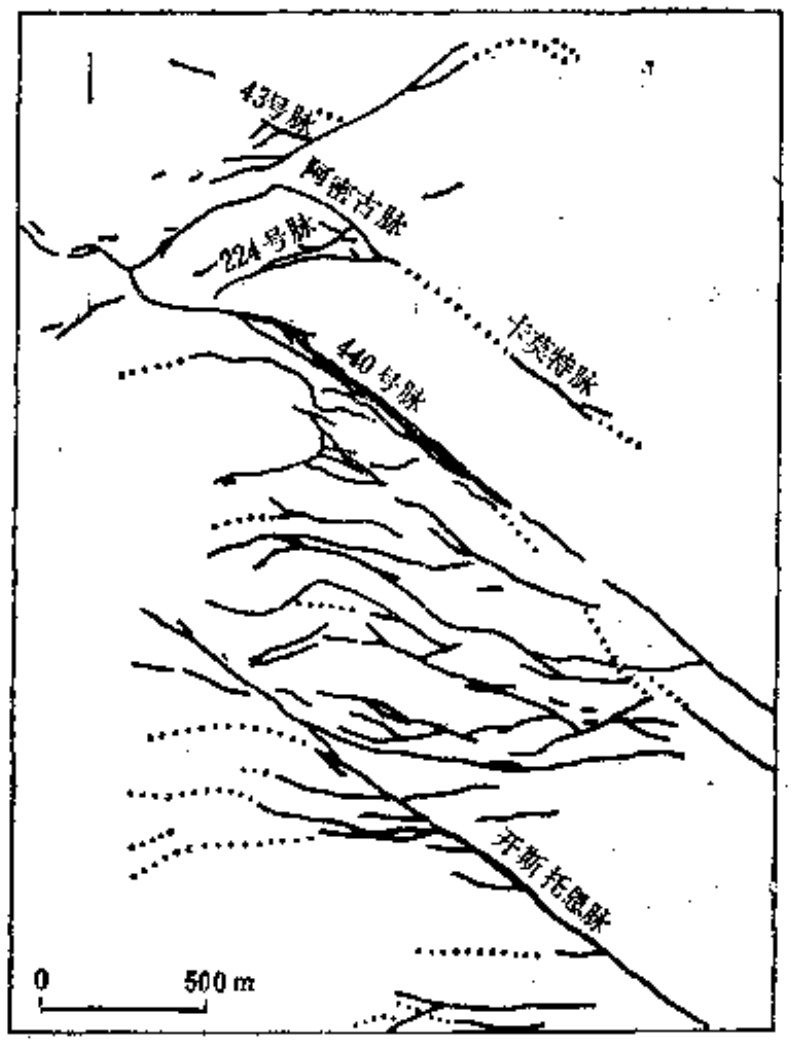


图 12 安塔莫凯金矿床的石英脉群平面示意图

Fig. 12 Plan showing quartz veins of Antamake gold deposit

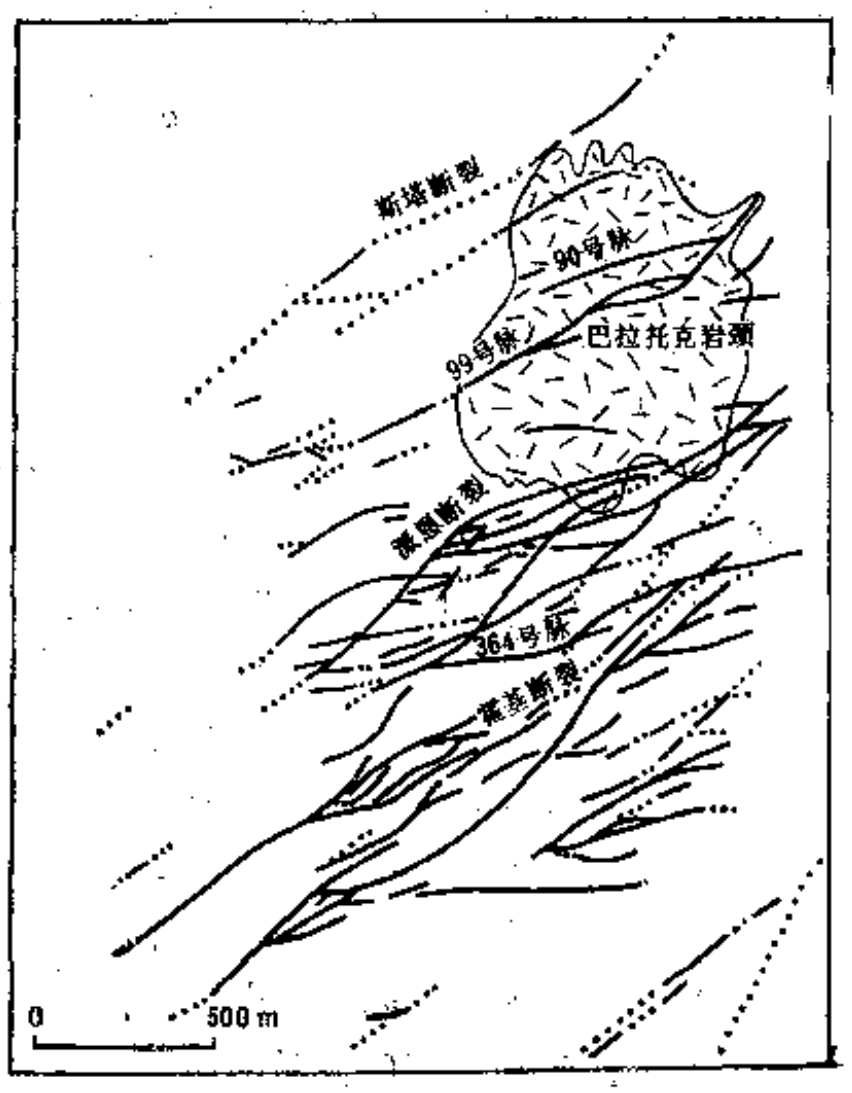


图 13 阿库潘矿床石英脉群平面示意图

Fig. 13 Plan showing quartz vein of Akupan gold deposit

度为1 000m，深度为500m的石英脉构成。多数矿脉产在巴拉托克火山角砾岩筒内（属更新世的爆发角砾岩），分布在一个直立的充填有角砾的火山颈内。火山颈位于矿区的东北部，是近期的火山通道，为吕宋岛中科迪勒拉山脉南部时代最新的火山活动，矿化主要赋存在火山角砾岩、石英-闪长岩和安山岩中。大部分石英脉产在火山角砾岩和石英闪长岩中，而产在安山岩内的脉少且矿化程度低。阿库潘含金石英脉受两组裂隙控制，早期走向从大致东西向到北东60°，向南倾，倾角78°；晚期裂隙走向从北东45°到北东65°，向南倾，倾角65°。早期裂隙由网状裂隙带组成，裂隙带相距300m，这些裂隙主要是张裂隙，矿化由单脉和细脉复合形成；晚期北东向裂隙带相距150—450m，矿化较差，只部分地区开采。矿脉从北向南分为6个脉系，如斯塔、99号等脉系（图13）。斯塔脉系产在安山岩和石英闪长岩内；99号脉系产在巴拉托克火山岩颈内，脉西端位于石英闪长岩和安山岩内。富矿型矿化作用发生在巴拉托克火山颈的角砾岩边缘，如G、W矿体。矿体以下列形式存在：1．穿切角砾岩的含金石英脉；2．穿切角砾岩的石英-金网状脉系；3．穿切角砾岩的南北向分支脉系；4．以上3种脉共同存在形式。最富的矿体以第一种形式产出，如99号脉矿体有时长、宽各达60m。

阿库潘和安塔莫凯2个矿山均位于吕宋岛中科迪勒拉山脉的中央。该山脉在构造上是个复背斜，其核部由渐新世—上新世的火成侵入岩组成，而翼部地层为同一时代的厚层火山-沉积岩。含金石英脉均位于这2种岩层内。中科迪勒拉山脉的基底是蛇绿岩，形成于白垩纪。阿库潘-安塔莫凯金银矿床的形成与左旋大断裂——菲律宾断裂有一定的联系。金的来源可能有2种：1．来自容矿围岩，特别是来自碧瑶矿区含金0.1—0.5ppm的玢岩侵入体；

2．来自吕宋岛中科迪勒拉山基底的蛇绿岩。

二、帕拉卡莱金矿化集中区（Ⅲ-2）

本区位于阿拉巴特岛。区内分布的矿床有大型金矿帕拉卡莱和小型金矿床潘丹。

区内下伏岩石为前第三纪的片状岩石、蛇纹石化的超镁铁质混杂岩，后期的火山岩和花岗闪长岩岩株侵入了上述岩层。上覆岩石为年轻的火山岩和正常沉积岩以及后期的安山质-英安质熔岩流和岩脉。高强度的逆冲断层沿着花岗闪长岩侵入体和超镁铁质混杂岩的接触部位穿过。下面简述帕拉卡莱矿床特征：

该矿床位于帕拉卡莱，北甘马璘，为一大型火山岩型矿床。开采始于1936年，1955—1971年矿山共生产金5.5t，银9.5t。区内下伏岩石为花岗闪长岩，侵入在蛇纹石化橄榄岩中，后期的结晶岩脉，有时含有少量的石榴石晶体，切割了侵入岩体。矿化作用以裂隙充填脉型为主，发生在北—北东向以及晚期的东西向断层和剪切面部位，由于不透水的超铁镁质覆盖层对含金溶液形成了一个隔墙，所以接触带附近含金值增高。主脉M脉，沿走向长达900m，沿倾向延深达300m，厚1—1.5m，其它脉体长度短，脉体主要由块状、壳层状结构的石英以及形成明显条带的赤铁矿和黄铜矿-黄铁矿组成。金一般呈自然状态，在石英中以细小的浸染颗粒或晶簇充填型存在。在硫化物中，以空隙粒状充填和小包体形式产出。金与黄铁矿和黄铜矿关系密切。

三、马斯巴特金矿化集中区（Ⅲ-3）

本矿化集中区位于马斯巴特岛。区内最古老的岩石是前第三纪红色—灰色的板岩，板岩中有老第三纪石英闪长岩岩株侵入。角闪石-辉石安山岩喷出物形成的厚层火山岩系覆盖其上。喷出物为凝灰岩、凝灰岩集块及火山物质派生的沉积物。区内主要断层走向北西，为菲律宾断层的延伸，横穿马斯巴特岛和其东部地区。区内典型金矿床为马斯巴特，简述如下：

该矿床位于马斯巴特岛，为火山热液型大型金矿，露天开采。控制矿化作用的因素以断层和脉壁为主，金和银大多富集在脉状断层系，围岩中未见富集现象。金、银呈细粒浸染状赋存在矿脉和紧靠围岩处，并与黄铁矿共生，较高品位的矿石通常赋存在破裂和格状含锰石英脉中。矿床可采矿石800万吨，矿石平均品位Au2.4g/t，Ag3.4g/t。估计可露采10—12年。

四、苏里高金矿化集中区（Ⅲ-4）

区内分布有一系列的火山岩。断裂构造是石英脉和金矿化形成的场所，大型金矿床有苏里高、斯阿那等，莱特岛还有小型矿床产出。

斯阿那矿山

位于紧靠苏里高河谷断裂东侧。区内分布的岩石有早第三纪的片岩、变质碎屑岩、大理岩化灰岩和超镁铁质岩；渐新世锰质碎屑岩和灰岩（包括斯阿那建造）；中新世的夹层状玄武岩及沉积岩、安山岩和灰岩；上新世的火山岩及新期的粗砾岩。中新世—上新世有多期安山岩侵入，在断裂及次级断裂复合部位，矿化侵入岩为最晚期的玛布哈安山岩。矿体围岩主要为斯阿那建造的一部分，斯阿那建造下部为互层状碳质珊瑚礁页岩、砂岩和砾

岩，上部为深灰色至黑色灰岩。中—上新世，玛布哈安山岩的侵入引起的含矿溶液的多次脉动作用，导致斯阿那矿体形成。矿体为浸染状、脉状交代和石英硫化物网脉的复合体，矿石平均品位为5.29g/t，现准备以日产1 000t的规模开采。

五、马萨兰金矿化集中区（Ⅲ-5）

位于棉兰老岛北达沃省，区域主要分布有第三纪火山熔岩、火山碎屑沉积岩。大型金矿有马萨兰、伊霍、达沃、萨尔瓦多等。

马萨兰金矿床

位于棉兰老岛北达沃省，为一大型火山热液型金矿床。1976—1982年，矿山共产金5.38t，银2.74t。估计矿石储量140万吨，平均含金品位为9.36g/t。区内大面积分布有早第三纪安山质熔岩流和火成碎屑沉积物。早第三纪岩石分布在一个开阔型的倾向北东、向南西倾状的背斜中，该背斜的翼部，分布有不连续的平行的张、扭性断裂。矿化作用主要受构造控制，部分取决于岩性特征。脉体赋存在火山岩中，主要沿北西向扭性断层分布，形成大致平行的脉体格局。矿床主要有3个矿化期：1．中生代—老第三纪；2．中新世中—晚期；3．中新世晚期—上新世。

六、宿务含金斑岩铜矿化集中区（Ⅲ-6）

该区著名的含金斑岩铜矿床有阿特拉斯、西帕莱等，主要集中于宿务岛和内格罗斯岛。矿床受侵入岩控制，多产在古新世闪长岩带和中新世闪长岩带中。斑岩铜矿床主要沿菲律宾岛弧西侧分布。

阿特拉斯含金、银斑岩型铜矿床

该矿床为一大型含金斑岩型铜矿床，包括碧冈、卡门、路托潘3个矿区。1955—1982年生产铜170万吨，金40t，银169t，钼70t，矿石含铜品位0.45%。其成因与古新世英安斑岩、闪长斑岩有关。围岩蚀变有绿泥石化、硅化、绢云母化、黑云母化。矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿，较少斑铜矿、辉铜矿、磁铁矿和少量金银矿物。氧化带中次生矿物有孔雀石、蓝铜矿、硅孔雀石、赤铜矿等。

一般中新世斑岩型矿床多分布于火山带的岛弧前沿部分，从吕宋岛中部东海岸的闪长岩年龄推测，火山带前沿由于岛弧的发育而后退，然而，由于中新世至现在这段时期没有显著的变化，因此矿床有可能在拉斑玄武岩带中呈带状分布。宿务岛、内格罗斯岛等地古新世矿床位于现代火山带前沿以西相当远的地方，那里可能就是当时的火山带前沿。

第四节　越南、老挝、柬埔寨、泰国、缅甸[1]

越南、老挝、柬埔寨、泰国、缅甸位于环太平洋和阿尔卑斯-喜马拉雅构造域的接合部位，为滨太平洋大陆边缘带的一部分。新生代以来，主要受太平洋西部海底扩张，印度板块向北推进的联合作用，产生了滨太平洋北东向剪切带和与之配套的北西向构造带。印支褶皱区广布于中南半岛，红河以北地区是华南褶皱系的南延部分，红河以南可划分为老挝-越南地槽褶皱系、印支地块、缅甸-马来西亚地槽褶皱系。缅甸东部、泰国西部、马来

[1] 参考“第五届东南亚地质矿产及能源会议”、“泰国地质及矿产会议”论文选集。中国有色金属总公司西南地勘公司地质所情报室，1985。

半岛西部地区，前寒武纪地层分布广泛。掸邦断裂东侧是晚古生代—早中生代的地槽褶皱带。沿泰国清莱、清迈向南到马来半岛主山脉东侧，晚古生代—早中生代发育复理石及火山岩建造，并有蛇绿岩、混杂堆积岩以及海西期、印支期和燕山期花岗岩的分布，被上三叠统—侏罗系不整合覆盖。

一、越　南

越南共有金矿床（点）20余处，其中中型矿床1处（蓬苗金矿），小型金矿床7处，探明储量约10 t。金矿床（点）主要分布于印支褶皱带的马江复背斜及马江断裂带以东地区；昆嵩隆起区的元古界片麻岩受多期金矿化影响形成含金石英脉；在昆嵩以西局部地区形成砂金矿床（图14）。

（一）昆嵩隆起金矿集中区（Ⅳ-1）

大地构造位于印支褶皱带昆嵩隆起，区域地层由前寒武系结晶片岩、片麻岩(火山-沉积岩的深变质岩系)、石英岩及大理岩组成。该区中型矿床有蓬苗金矿床；小型金矿床有包朴、福山、春迈、武嘉河谷；金矿化点有：万和、古都脑等。大部分金矿床（点）属于破碎蚀变岩型金矿床，同时，也有含金石英脉型矿体。这些金矿床（点）产出大部分均与海西期花岗岩有关。

蓬苗金矿床

蓬苗是越南最大的金矿床，产于昆嵩隆起区的元古界片麻岩中，受多期金矿化作用，形成含金石英矿脉。该矿床有3条平行的硫化物矿脉，最富的矿脉由含金黄铁矿组成，黄铁矿中金含量为5—10g/t。矿石组合：黄铁矿-方铅矿-闪锌矿。矿石为中粗粒结构，块状、角砾状、梳状构造。析出的自然金一般为他形圆柱状、海绵状、片状、网状等，很少出现连生晶体。围岩蚀变有黄铁绢晶岩化、硅化及浸染状硫化物矿化。该矿床属于多硫化物变质热液型金矿床。

（二）越西北印支褶皱带金矿化集中区（Ⅳ-2）

位于红河深大断裂以南，兰江深断裂以北的印支地槽褶皱系的越西北印支褶皱带。该带自晚古生代至中生代有3个褶皱期：华力西期、印支早期、印支晚期。大致可划分出6个走向北西互相平行的线性构造带，其中范土斑变质带延入我国云南境内，与哀牢山深变质带相连，云南墨江与越南清化同属墨江-清化褶皱带。该金矿化集中区的卫村-塔绍金矿床产于晚古生代及三叠纪陆源碎屑岩和碳酸盐建造构成的越西北印支褶皱带的马江复背斜中，岩性以砂页岩与灰岩为主。金呈浸染状产于石英脉及蚀变围岩中，围岩蚀变有矽卡岩化、碳酸盐化。矿石组合为：辉锑矿-方解石-石英；石英-黄铁矿-毒砂；闪锌矿-黝铜矿；辉锑矿-自然银等。成因上与印支期花岗岩侵入体有关，属于岩浆热液型金矿床。该金矿床的分布受与背斜构造交叉的正断层或逆掩断层控制，并与断层控制的裂隙有关。

帕丹金矿床产在越西北印支褶皱带北西端的印支期花岗岩体中，矿体以含金石英脉为主，成因上属于岩浆热液型金矿床。

1984年发现了朗棱金银矿床，产于下古生界砂岩、页岩中；朗隆金-锑矿床产于泥盆纪—早石炭世陆源-碳酸盐岩中。

此外，在越南南部区分布有大叻金矿点和龙川河仙金矿床，其矿质来源与三叠纪—侏罗纪的印支期花岗岩体有关。

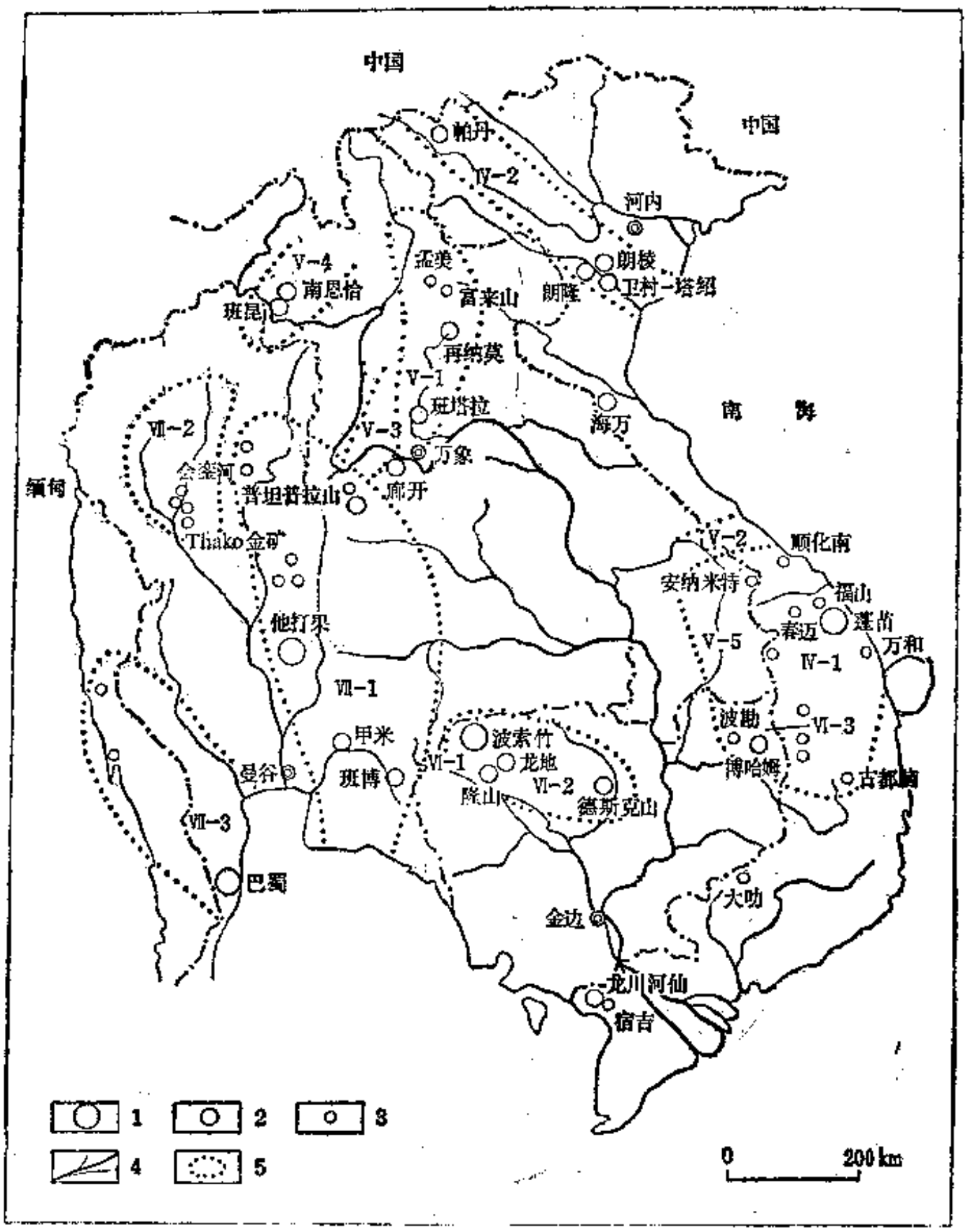


图 14 越南、老挝、柬埔寨、泰国金矿床分布图

Fig. 14 Location of gold deposits in Viet Nam, Laos, Kampuchea and Thailand

1—中型金矿床；2—小型金矿床；3—金矿点；4—河流；5—金矿化集中区及编号；Ⅳ-1—越南昆嵩隆起金矿化集中区；Ⅵ-2—越西北印支褶皱带金矿化集中区；Ⅴ-1—老挝南俄河金矿化集中区；Ⅴ-2—老挝安南山金矿化集中区；Ⅴ-3—老挝中湄公河金矿化集中区；Ⅴ-4—老挝南塔金矿化集中区；Ⅴ-5—老挝阿速波-赛浓金矿化集中区；Ⅵ-1—柬埔寨西北部金矿化集中区；Ⅵ-2—柬埔寨北中部金矿化集中区；Ⅵ-3—柬埔寨东北部金矿化集中区；Ⅶ-1—泰国东带（难府-纳拉特越-中马来亚）金矿化集中区；Ⅶ-2—泰国中带（清莱-达府）金矿化集中区；Ⅶ-3—泰国西带（北碧-普吉）金矿化集中区

越南金矿围岩种类较多，从老至新划分如下：

1. 前寒武系结晶片岩、片麻岩（火山-沉积深变质岩系）中的金矿床，如蓬苗金矿；
2. 下古生界砂页岩中的金矿床，如朗棱金矿；
3. 泥盆系—下石炭统陆源碳酸盐岩中的金矿，如朗隆 Au-Sb 矿床；
4. 矽卡岩破碎带蚀变岩型高含金量的金-石英脉型矿床，如福山金矿床；
5. 晚侏罗世—白垩纪云英岩化小侵入体，如大叻金矿点；
6. 上新世中酸性小侵入体，如帕丹含金石英脉型金矿床。

矿石矿物类型：

1．黄铁矿-毒砂型（如帕克金矿）；

2．方铅矿-闪锌矿-黄铁矿型金矿（如蓬苗金矿）；

3．黄铁矿微细浸染型（如朗隆金矿）。

上述3种矿石矿物类型均产于中—新生代构造岩浆岩带中。

砂金矿床

主要分布在越南南部火山岩带中的金、银矿化地区。此外，在昆嵩西部地区砂金的形成与绢云母-绿泥石交代岩和石英脉带的风化破坏作用有关。一般此种砂金矿床多分布于：

1．隆起区，并发育有新构造运动的地区，如昆嵩隆起区西部地区；

2．不同级别拱形隆起中的边缘凹陷带；

3．山间盆地，其周围的上升构造区。砂金矿床的物质来源，主要是金-石英型矿化建造。

二、老　挝

老挝所见大多数金矿为冲积型砂金矿床，以小型手工开采为主。至今原生金矿发现不多，一般呈浸染状产于与花岗闪长岩有关的石英脉及其它岩脉中。砂金矿主要分布于河流冲积物中，如湄公河左岸的支流盆地等。在会晒、巴塔、北宾等地发现了冲积砂金矿化。

老挝砂金集中区分布如下：

（一）南娥河金矿化集中区（V-1）

位于南娥河上游之冲积阶地，著名的金矿床有再纳莫和班综哈等。在万象以北约70km处有班塔拉金矿床，属冲积型砂金矿床，含金品位0.5—1g/m³，为老挝唯一的中型金矿（图14）。

（二）安南山金矿化集中区（V-2）

沿老挝-越南褶皱带的主要造山隆起区分布，该区呈北西向展布，主要分布有古生代变质岩系及海西期花岗岩。在造山隆起与负向构造边缘坳陷、山间盆地的相连地带形成有利于砂金堆积的地貌环境。流经安南山脉的大多数河流均含有冲积砂金，如努伊芒(Nuimang)东南方向松万（Song Vang）河段，靠近哈迪姆(Ha Diem)冲积砂层中含有金（图14）。

（三）中湄公河金矿化集中区（V-3）

沿缅甸-马来西亚构造带分布，并向北礼地垒复背斜和部分过渡带分布，其中见有二叠纪纳玛罗花岗岩类和三叠纪安山质火山岩。金矿床（点）从南到北有赛纳布里、萨纳哈姆、南松、帕基伍、丰沙里等金矿床（点）（图14）。

（四）南塔金矿化集中区（V-4）

位于老泰印支褶皱带，会晒省南塔河流域，有班昆砂金矿、南恩恰金矿点（图14）。

此外，在孟美地区的南哈晋河和南松河的汇流地带含金砾石发育，在索萨普（Sop Sap）周围的南苏伊河也发育有含金砾石以及在富来山也发现低品位的含金砾石。上述含金砾石构成老挝一种新类型的砂金矿床（点）。

（五）阿速波-赛浓金矿化集中区（V-5）

分布在印支地块昆嵩隆起，区域地层有前寒武纪结晶片岩、片麻岩、石英岩及大理岩等以及中侏罗世和白垩纪地层。金矿床（点）有班塔森金矿点、列罗金矿点、赛逊砂金矿床、马拉砂金矿、南帕砂金矿等（图14）。

三、柬 埔 寨

柬埔寨有 3 处金矿勘探区和砂金采区：西北部的奥多棉吉省、北中部的柏威夏省和东北部的腊塔纳基里省。其中，在柬埔寨的东北部云晒地区，产有一些小型砂金矿。区域出露岩石有角闪花岗岩和富含黄铁矿之石英闪长岩墙。还有许多其它地区产有含金矿脉，这些地区分布着结晶页岩和花岗岩侵入体，其时代可能是前寒武纪。

（一）柬埔寨西北部金矿化集中区（Ⅵ-1）

位于柬埔寨奥多棉吉省，大地构造位置属于印支褶皱带湄公河-大湖断陷盆地。主要金矿床有波索竹 (Bo Sup Trup)。该金矿床呈石英网脉状产出，脉厚约30cm至4m，含金平均品位 15g/t，与细晶花岗岩脉伴生。岩脉侵入于泥盆系—二叠系页岩、灰岩中，属印支期岩浆型石英网脉状中型金矿。除金外，石英脉中还含黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、孔雀石及含银矿物等（图14）。

本区还有冲积型砂金矿，平均品位约0.5g/m³，面积为20余平方公里。

（二）柬埔寨北中部金矿化集中区（Ⅵ-2）

位于柏威夏省罗文地区，大地构造位置属于印支褶皱带柬东北印支坳陷，有 3 处金矿勘探区（图14）：

龙地（Rom Dey）金矿，脉宽为3—90cm，也是一种含金石英脉，石英脉切割二长花岗岩侵入体，金含量高达191g/t，平均含量7g/t，矿石量为1.25万吨，金储量可达87—250kg。

隆山金矿产于细晶岩及花岗岩中，呈网脉状石英脉产出，脉中含磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等。

德斯克山金矿为红土型砂矿，其中找到150g重块金，为残积及冲积型砂金矿床。

（三）柬埔寨东北部金矿化集中区（Ⅵ-3）

位于腊塔纳基里省的洞里萨河及其支流，大地构造位置属于印支褶皱带的柬东北印支坳陷。该区有许多冲积型砂金矿床（点）：博哈姆（Bo kham）金矿床有与闪长岩侵入体有关的含金石英脉卵石。

云晒金矿点位于云晒北西约 20km 处，该处并有一小型砂金矿，区域出露有含角闪花岗岩和富黄铁矿之石英-闪长岩。

此外，在前寒武纪结晶片岩和花岗岩侵入体中也见有含金矿脉。

从柬埔寨金矿分布特征看出，有2种类型金矿床产出，一种是石英网脉状金矿，成因上与中—酸性印支期花岗岩有关，属岩浆热液型金矿床；另一种是冲积型砂金矿，均为小型金矿床（图14）。

四、泰 国

泰国金矿床包括脉状矿床和砂金矿床2种，分布面广，类型较多，但多以中、小型砂金矿床为主（图14）[17]。泰国金矿带呈北北东向带状分布，展布方向基本与东南亚中生代褶皱带二级构造单元界线一致。自东向西可划分3个金矿带：

（一）泰国东带（难府-纳拉特越-中马来亚）金矿化集中区（Ⅶ-1）

泰国金矿主要集中于东带，沿难府蛇绿岩带两侧分布，已知矿床（点）有30余处，主要分布在碱性斑岩、燕山期花岗岩及超基性岩附近。矿床有（图14）：

1．巴真府甲米金矿床。产于与闪长斑岩侵入体有关的石英脉中，在矿脉及其围岩中有石英、绿帘石、绿色石榴石和硅灰石存在。矿床的围岩是变质的古生代（志留纪—泥盆纪）沉积岩，由石英岩、石灰岩和大理岩组成。在石榴石带中金主要沿石英岩-大理岩接触部位产出，含金品位为5.5g/t，随深度加大，而品位降低，在地表发生了次生富集。该矿床属于小型接触交代金矿床。

2．华富里府他打果金矿。金产于石英方解石黄铁矿脉中，部分脉中还含有钙铝榴石，金含量为2—90g/t。最大脉体宽6m，沿走向延伸200m。该矿脉分布在白垩纪—第三纪石英二长斑岩及后期的石英闪长岩脉中。上述岩脉多侵入在晚石炭世—二叠纪石灰岩地层中。矿床属于火山—次火山岩中型金矿床。

3．咏县金矿床。位于泰国半岛南端。矿体产于志留纪—泥盆纪板岩和片岩地层中，围岩中有海西期黑云母花岗岩岩株侵入，在花岗岩和片岩中有石英脉分布，走向南北，倾角20°，脉宽为几厘米—2m。在成因上，矿床与花岗岩侵入有关。

4．黎府普坦普拉山金矿床。金矿产于印支期花岗岩石英脉中，脉长约2km，含金品位8.6g/t。

5．那拉提瓦府托莫岩浆热液型金矿床。含金石英脉厚10—30cm，产于燕山期花岗岩中。金在石英脉中呈浸染状分布，石英脉中还含有微量的黄铁矿、方铅矿和闪锌矿。矿石平均含金品位为10g/t。

此外，在巴真府还有少量小型砂金矿。

（二）泰国中带（清莱-达府）金矿化集中区（Ⅶ-2）

沿清莱-达府绿岩带及其东侧分布，围岩多为古生代变质岩系、火山岩及少量斑岩、花岗岩及超基性岩。区域以外生砂金矿床（点）为主，集中分布于泰国达府地区，出露地层有寒武系、上石炭统—二叠系、中侏罗统、白垩系（图14）。

（三）泰国西带（北碧-普吉）金矿化集中区（Ⅶ-3）

分布于北碧-普吉逆断层带仰冲盘的燕山期花岗岩带中，已知矿床见于巴蜀及北碧一带。该金矿带矿点少，分布零星。其中：

巴蜀砂金矿床：产于薄层残积覆盖层中，底部基岩是古生代的灰色、绿色板岩与灰色和黄灰色石英砂岩互层构成。残积层一般小于2m，由粘土、砂粒和基岩风化的棱角状岩石碎片组成，其中绿色板岩带中含有粗粒片状金，该带厚度约为25—35cm，偶见天然块金，重达50 g 。

上述各类矿床多以小型矿床、矿点为主，原生金矿多受韧性剪切挤压破碎带控制；亦存在与蛇绿岩带韧性断裂带超基性岩有关金矿床的地质条件和热液型金、银、锑、萤石矿床的地质环境。

从金矿化地质条件控制因素分析，泰国原生金矿主要受以下地质因素控制：

1．金矿带展布受大的韧性挤压断裂带、缝合线、逆掩断裂带控制；

2．矿床、矿点集中分布区与中基性-酸性-碱性岩浆岩有较直接的时间和空间关系，其中以燕山晚期至喜山早期石英正长斑岩及石英闪长玢岩等浅成斑岩体对原生金矿控制较为明显，其次黑云母花岗岩的侵位对金矿富集也起着重要作用；

3．破碎挤压带，硅化、黄铁矿化、绿泥石化等蚀变带是金矿富集的有利场所；

4．金矿物质可能来自蛇绿岩带超基性岩浆，原始富硫溶液在上侵迁移过程中，同时

吸收围岩中的金，形成含金硫化物石英脉以及硅化、黄铁矿化为主的蚀变带。

五、缅　　甸

缅甸金矿以小型金矿和金的矿化点为主，唯一开采的是皎巴斯特金矿。

缅甸属于东南亚新生代褶皱带，区域构造单元可划分为5个地质构造带[13]。其中，中央带为一个裂谷带，东部以断层、第三纪花岗岩与东部高原带的古生代岩石为界，西部与阿拉干-那加褶皱带为界。岩石大部分为新生代沉积岩，在中部平原区发育有安山质火山岩系，基底由前第三系绿片岩的火山杂岩组成；东部高原带是缅甸一个重要的构造单元，带内西部岩石主要为古生代沉积岩，具强烈褶皱和变质，被花岗岩、闪长岩及流纹岩小岩体侵入，侵入岩时代尚未确定。缅甸金矿集中分布于中央带和东部高原带，金矿集中区划分如下（图15）：

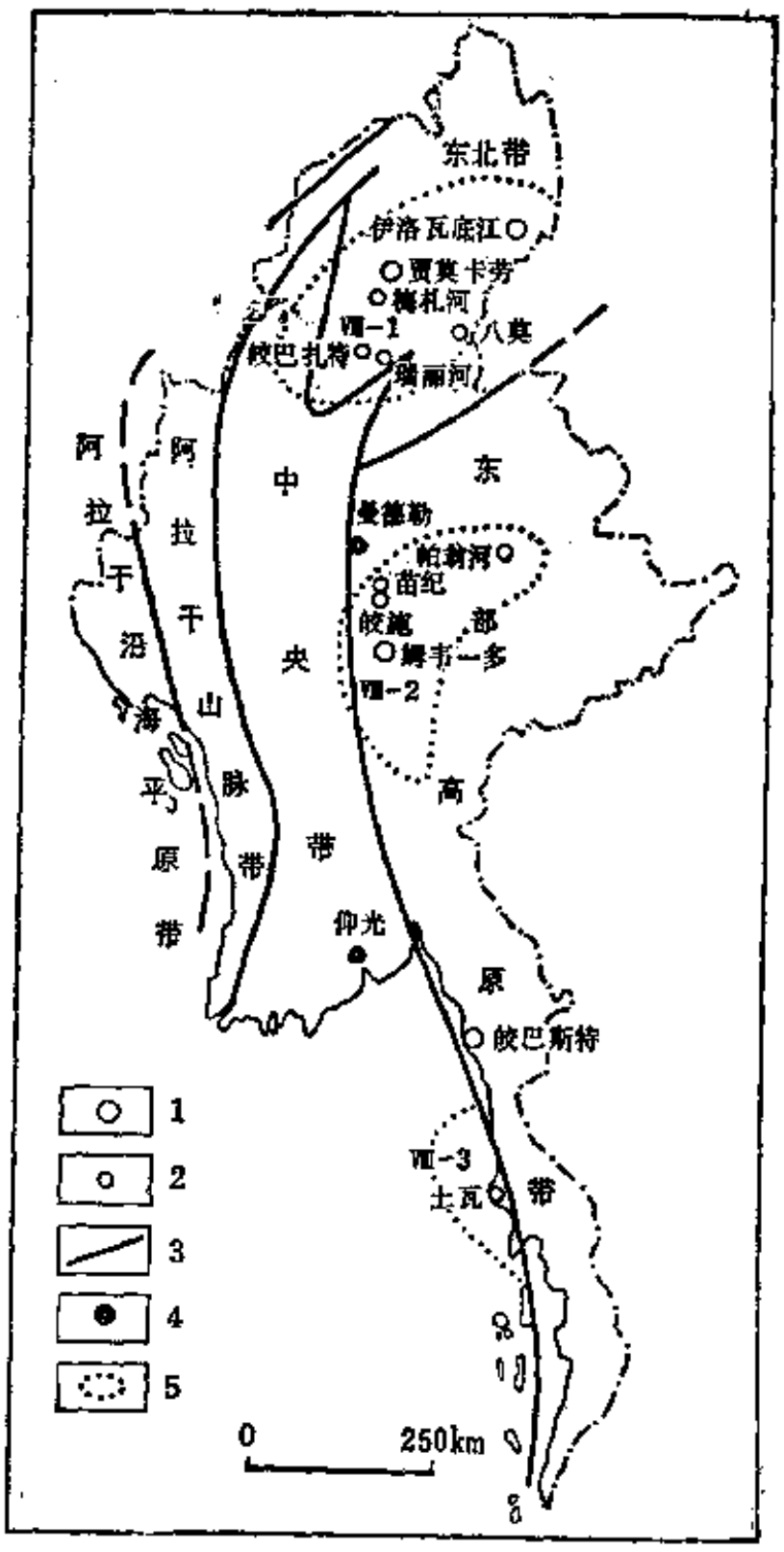


图 15　缅甸金矿床分布图

Fig. 15　Location of gold deposits in Burma

1—小型金矿床；2—金矿点；3—构造界线；4—城市；5—金矿集中区界线；Ⅷ-1—文多-密支那-胡岗金矿化集中区；Ⅷ-2—苗纪-姆韦一多金属矿化集中区；Ⅷ-3—土瓦金矿化集中区

（一）文多-密支那-胡岗金矿化集中区（Ⅷ-1）

位于中央带北部，由石英闪长岩及安山质火山岩组成，含金区内以小型砂金矿为主：伊洛瓦底江上游及瑞丽河的查沙村砂金；八莫北北东60km处，见有少量砂金；钦敦江上游坎迪附近及乌尤江的更新世和近代河流阶地的砂金；枯门岭至胡岗地区溪流冲积物中的砂金；乌尤江漂砾砾岩也含有金和铂。上述均为小型砂金矿。

原生金矿主要有：皎巴札特金矿点，赋矿岩石为安山质火山岩，其中见有含金黄铁矿、磁铁矿的石英脉，金品位12g/t。石英脉切割第三系安山质层状凝灰岩及角砾岩，金矿体与安山质火山岩密切相关，为火山热液型金矿床；贾莫卡劳小型金矿产在晚古生代闪长岩和含细晶岩的黑云母花岗岩与侏罗纪灰岩和板岩之间的接触带，为矽卡岩型小型金矿。

（二）苗纪-姆韦一多金属矿化集中区（Ⅷ-2）

位于中央带中部，构造线近南北向，出露地层为前寒武系昌马支群和下古生界墨吉-摩始群及上古生界高原灰岩。金矿床（点）有：

姆韦一多金属矿，位于卡鲁以西，金矿化见于岩浆岩侵入体附近大理岩层位中；苗纪

小型金矿产于石英脉中。

皎施石英脉金矿化点产于前寒武纪片麻岩中，区域地层有古生代浅变质岩以及安山质火山岩。

（三）土瓦金矿化集中区（Ⅶ-3）

位于东部高原带，区域构造线为南北向，盆地内分布有中生代碎屑岩，西部为下古生代沉积岩，被燕山期花岗岩、花岗闪长岩、流纹岩侵入。土瓦区的海兹盆地有小型砂金矿，并在洗选锡矿时也可见有微量细粒金。

皎巴斯特金矿位于土瓦地区北部，出露岩石有古生代沉积岩和燕山期花岗岩、石英闪长岩和安山质火山岩，其中见有含黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、方铅矿、碲铅矿的含金石英脉。矿带长150km，宽60km，走向北北东，含金品位12g/t，是缅甸唯一开采的金矿。

第五节　印度、尼泊尔、不丹、锡金、孟加拉

这些国家位于南亚次大陆，大地构造以印度地盾为主体。印度地盾由太古代和元古代变质岩系构成，周围分布有晚中生代-新生代褶皱带，西北缘为苏来曼褶皱带，北部为喜马拉雅褶皱带，东北部为那加-阿拉干褶皱带。

本文研究的范围仅涉及喜马拉雅褶皱带，那加-阿拉干褶皱带的北段（那加-卢夏褶皱带），印度地盾只包括北纬19°以北的部分。

一、喜马拉雅褶皱带

喜马拉雅褶皱带属于印度地盾的北缘部分，是一个新生代褶皱带。喜马拉雅褶皱带可划分为6个地质构造带，从南到北划分如下（图16）❶：

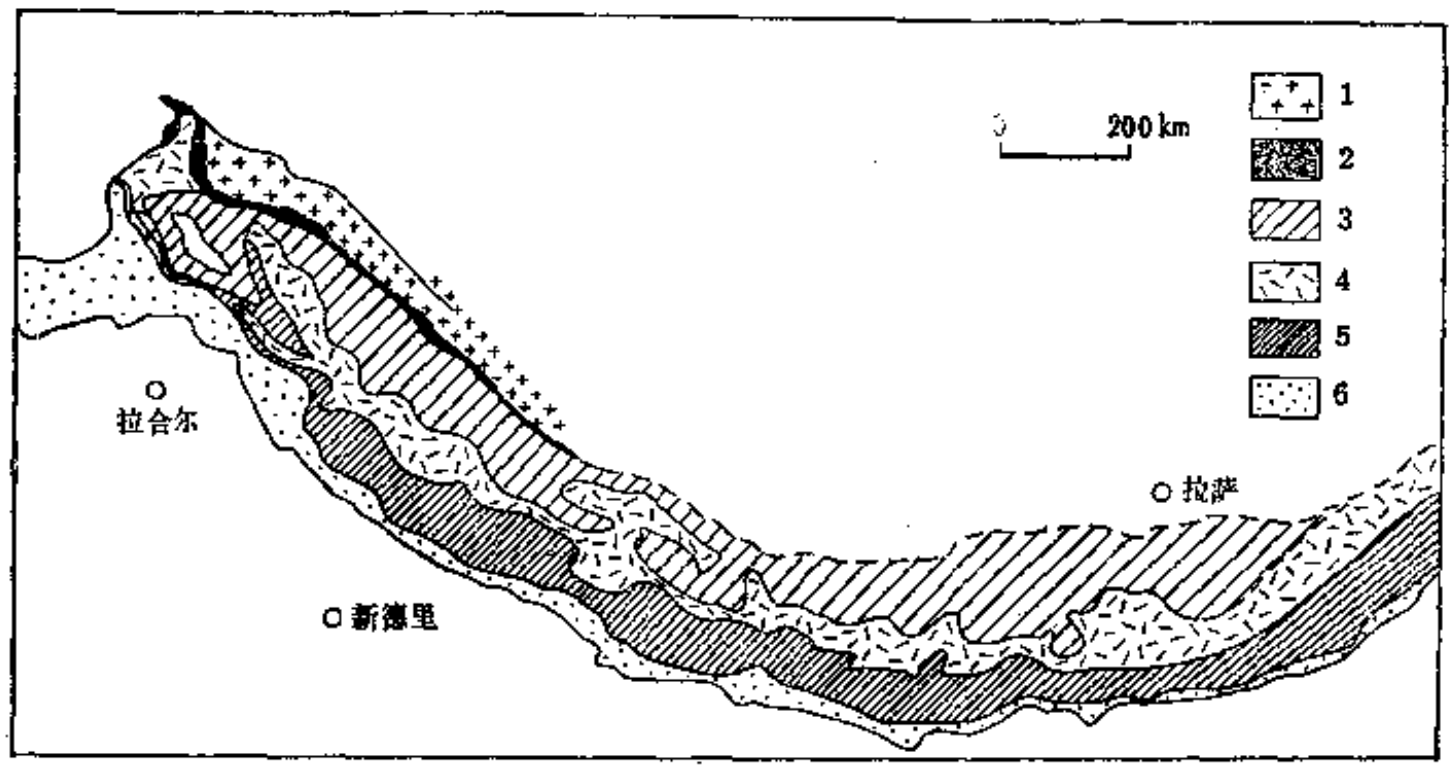


图 16　喜马拉雅褶皱带亚带的划分

Fig. 16　Subbelt division of the Himalaya fold belt

1—外喜马拉雅带；2—印度河-雅鲁藏布江缝合带；3—西藏喜马拉雅褶皱带；4—高（大）喜马拉雅结晶岩叠瓦构造带；5—低（小）喜马拉雅褶皱带；6—亚（次）喜马拉雅山前坳陷带

❶ 资料来源：成都地质学院，周边情报调研报告（1987）；青藏高原及邻区地质矿产译文集，第2、3、4、5集（1982—1984）。

（一）亚（次）喜马拉雅山前坳陷带及金矿化特征

位于主边界逆断层之南，带宽6—50km，在不丹和锡金境内变窄。从中新世中期到中更新世沉积了厚约6km上第三系锡伐利克群磨拉石建造。金矿发现在印度北方邦锡伐利克建造中。在怀纳德区的查利雅尔和彭纳普察河上游，已查明长达50km的河岸地段，估计含金砾石约3千万立方米，含金品位约0.13g/m³。

（二）低（小）喜马拉雅褶皱带及金矿化特征

该带位于主边界逆断层和主中央逆断层之间，带宽32—80km，尼泊尔、不丹和锡金位于该带西段。区域地层由前寒武纪变质岩及一些古生代、中生代的未变质的岩石所组成。该带金矿化不发育，少数小型矿床（点）产于锡金底曲（Dikchu）花岗岩体附近及前寒武系达岭群的千枚岩、片岩的石英脉中，其中见有少量硫化物(黄铜矿、黄铁矿等)，属变质热液型金矿床。

（三）高（大）喜马拉雅结晶岩叠瓦构造带及金矿化特征

该带由前寒武纪变质岩结晶基底组成，是喜马拉雅地区遭受变质最深的地区。该区经历了多次的构造运动和第三纪花岗岩侵入活动，含金石英脉生成与之有关。在印度河上游及象泉河的一些支流中，见有许多开采砂金的地区，如马纳利一带，司丕提河，青纳布河等；在克什米尔的拉什蒂尔发现含金矿脉，并见有砂金矿化分布。本区原生金矿化成因上可能与深源的喜山期花岗岩有联系。

（四）西藏喜马拉雅褶皱带及金矿化特征

该带由未变质或弱变质的古生代和中生代的类特提斯陆棚沉积所组成，并被晚第三纪花岗岩侵入体所切割。褶皱带中的中生代地层夹有多层中基性火山岩，并有典型海相喷发岩。在克什米尔地区的巴拉穆拉县的拉什蒂尔发现有金矿化和银矿脉。

此外，在印度河支流分布有德拉斯小型砂金矿床；在萨特累季河上游、象泉河及司丕提河一带，从古至今一直采砂金。

（五）印度河-雅鲁藏布江缝合带及金矿化特征

该带由白垩纪复理石、蛇绿岩和外来岩块组成混杂堆积。甘塞尔根据拉达克和西藏地区的地质资料，认为印度河-雅鲁藏布江缝合带由3个大致平行的连续的亚带组成，北部亚带位于外喜马拉雅范围内的中部亚带，即主缝合带之南的西藏喜马拉雅带内，为一系列不连续的蛇绿岩体。

金矿包括砂金和脉金，其中砂金主要在沿印度河的上游克什米尔和拉达克之间的德拉斯和什鲁、卡尔吉尔一带的河谷阶地及河流两岸的冲积物中分布。

（六）外喜马拉雅带（中国境内，从略）

二、那加-卢夏褶皱带

位于印度境内的那加-阿拉干褶皱带的北段，出露有中、新生代的地层，中生界由砂岩、页岩组成。晚白垩世和始新世有巨厚的复理石沉积。始新世末发生褶皱。那加山脉的变质沉积岩向北西方向逆冲到晚白垩世、始新世复理石层及蛇绿岩之上，形成北东向的叠瓦状构造带。该带为印度板块东缘部分的缝合线，铬铁矿和铜、镍矿床呈透镜体产于蛇绿岩的橄榄岩中。

那加-卢夏褶皱带金矿化不发育，如比哈尔邦巴特那县腊季吉尔附近有石英脉型金矿

化；东曼尼普尔地区岩浆型金矿化的金，来源于横切超基性岩及沉积岩的高温石英脉。该地区河流分布有小型砂金矿化点。

三、印度地盾区

印度地盾是一个巨型的前寒武系地盾，前寒武系结晶岩占据了地盾的南部和东部的绝大部分地区。印度地盾可划分为：

1．南印度地盾；

2．中印度地盾；

3．东印度地盾；

4．印度地盾的东北楔形区：位于印度东北部的梅加拉亚高地及孟加拉国，为一片前寒武纪地层（图17）；

5．北印度地盾。

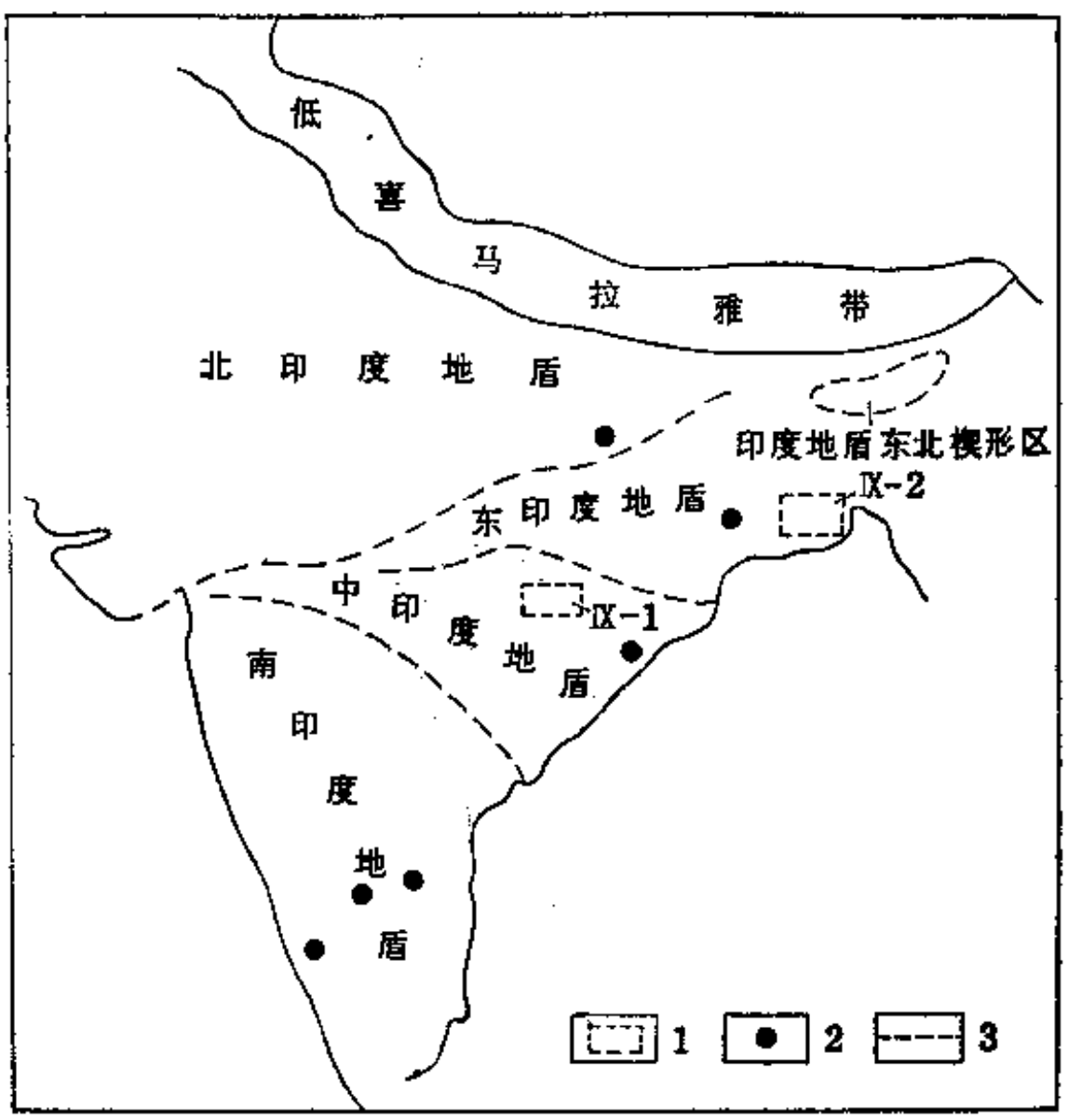


图 17　印度地盾基本单元和金矿床分布示意图

Fig. 17　Location of gold deposits and basic units of India shield

1—金矿集中区及编号：Ⅸ-1—萨科利盆地金矿集中区；Ⅸ-2—辛格布姆金矿集中区；2—金矿床；3—印度地盾地质构造单元划分界线

印度地盾区金矿分布，可划分2个集中区：

（一）萨科利盆地金矿集中区（Ⅸ-1）

位于哈拉施特拉邦的中印度地盾的西北部，出露地层是元古界萨科利群，由各种千枚岩、片岩、石英岩和片麻岩组成。萨科利盆地中形成了金、钨-金、铜-金等多金属金矿化。该区是一个以热液矿床为主的多金属成矿带。金矿化地区有：

1．比瓦普尔、西拉斯加特、卡瓦尔西和西利等地的金矿化

上述地区金矿化都发育在侵位于萨科利群（Pt）变质岩中的各种不同颜色的石英脉中，呈自然金产出。比瓦普尔附近有3条含金石英脉穿切了萨科利群千枚岩、片岩和石英岩。含金石英脉有2种类型：一种是含有硫化物和少许金的浅烟灰色石英组成的石英脉；另一种是含有少量硫化物和较多金的黄色和乳白色的不透明石英组成的石英脉。

2．科布纳的钨-金矿化

科布纳村附近的云英岩和云母片岩中都发现了黑钨矿和金的矿化，矿化平行于北东东向叶理。自然金以不规则颗粒和小金片形式产出。

3．普拉尔-帕尔索里的铜-金矿化

该区出露有石英-绿泥石千枚岩、页岩、绿泥石-绢云母片岩、石英-绢云母片岩和石英岩等，属于萨科利群的沉积变质岩。普拉尔-帕尔索里的铜-金矿化沿着一条走向北西西-南东东的剪切带发育，金矿化和以铜为主的硫化物矿化伴生，赋存在角砾化破碎石英脉中。经过勘探已确定的铜-金矿化带的走向长度超过3 000m，在整个矿化带内金与硫化物矿化相伴生。已查明5个矿化富集带，金含量变化较大，最高12.3g/t，最低为0.3—0.5g/t。硫化物与金矿化相伴生，磁黄铁矿和斜方黄铜矿的存在说明金矿化是热液形成的，成矿温度介于600—213℃之间。

在马鲁河河谷见有小型砂金矿，沿河谷走向的断裂控制砂金矿的分布。含金母岩是前寒武纪沉积变质岩和变质火山岩，含金石英脉产在绢云母-绿泥石片岩、石英岩、板岩中，此种脉中含有明金。

（二）辛格布姆金矿集中区（Ⅸ-2）

位于东印度地盾的中东部，呈一弧形剪切带，长约200km，见有辛格布姆花岗岩侵入体沿北界呈一弧形带延伸。剪切带南侧是太古界铁矿群和侵入其中的基性岩以及太古代的辛格布姆花岗岩；剪切带东南部为中元古界丹佐里群石英岩、砂岩、砾岩等；剪切带北侧出露中元古界辛格布姆群（构成复背斜）及达尔玛熔岩和索达花岗岩。

金矿化点分布在辛格布姆剪切带的北侧介于达尔玛逆断层之间。在辛格布姆群（千枚岩、片岩和石英岩）的石英脉中发现一些金矿化。该集中区出露的金矿化点有：松塞尔（Sonsal）、马亚桑亚（Mayasara）、博玻浩特（Porbhot）、松纳彼特（Sonapet）等都属热液含金石英脉型金矿点，个别矿点品位较高（达28.9g/t），规模小，无工业开采价值。

印度地盾和喜马拉雅褶皱带都广泛分布有前寒武纪地层，大部分金属矿床产在前寒武纪岩层中或与前寒武系有关。印度地盾和喜马拉雅褶皱带还大面积分布有不同时期的花岗岩，尤其是第三纪花岗岩。本区许多重要矿产（包括金矿）都与这些花岗岩体有关。印度地盾上的北东-南西向和北西-南东向构造线，喜马拉雅褶皱带的复杂和褶皱断裂构造，以及东印度地盾上的辛格布姆剪切带等地质构造，对本地区的金矿分布起了重要的控制作用。

第六节　阿富汗、巴基斯坦（X）

一、阿富汗

几乎全部位于帕米尔高原，属阿尔卑斯-喜马拉雅褶皱带东段，为阿富汗-俾路支含

金铜矿化区的一部分，金的主要成矿时代为第三纪。金矿化主要分布于阿富汗中间地块的赫尔曼德-阿尔冈达隆起区东部，前寒武纪基底隆起区以上侏罗统—下白垩统坳陷为界，区中以发育有渐新世辉长-闪长-花岗闪长岩系列岩浆活动为特征，铜、金矿化集中分布于该带中部的第三纪晚期渐新世侵入体与古生代—中生代碳酸盐、陆源-碳酸盐岩层之接触带上，形成矽卡岩型金矿床。如加兹尼省扎尔卡杉矽卡岩型金矿床，矿体产于三叠系灰岩及上侏罗-下白垩统碳酸盐沉积岩与白垩纪—古新世小侵入体之接触带上，形成含金的钙质矽卡岩矿体（石榴石-符山石-透辉石，并含金云母、硅灰石、绿帘石），含金矿带长400—600m，宽1—15m，延深80m。矿石矿物有黄铜矿、黄铁矿、闪锌矿、辉铜矿、斑铜矿、自然金等。矿体呈透镜状出现，含金品位10—16g/t，探明金储量15t。此外，查布尔省的扎达尔彦矽卡岩型铜矿床位于元古代文德—寒武纪变质岩系与晚白垩—古新世闪长岩的接触带上，含铜品位0.62—1.2%、金0.5—2g/t，金储量1.1t。其它还有卡普塔尔等一系列矽卡岩型铜矿床，均伴随有金矿化，一般含金品位介于0.5—3g/t之间，金储量在数百千克—1t之间。

在巴达赫尚有维卡通尔金矿床，含金岩体见于被辉绿岩脉、石英角闪岩脉侵入的元古代片岩、角闪岩中，呈矿化角砾岩带出现，含金、银矿化，银品位可达46.7g/t、金4.1g/t，伴生的硫化物有毒砂、方铅矿、黄铜矿、白钨矿等，金的储量为0.96t。

此外，在阿富汗西北部的谢瓦-纳克奇尔帕尔带、瓦坎带、北阿富汗的哈里路德-潘吉什尔等带中也普遍见有与阿尔卑斯期始新世—中新世小侵入体有关的矽卡岩型或热液型石英脉金矿床（点），与之相关，在区域上普遍发育有新第三纪—第四纪河谷冲积型砂金矿床。

二、巴基斯坦

巴基斯坦西部、北部和西北部地区属阿富汗-俾路支成矿省，该地区为重要的铜成矿省，并伴随有金矿化，属斑岩型成矿作用，时代多为晚阿尔卑斯期。典型矿床实例为：塞音达克含金斑岩型铜矿床[18]，该矿床位于查盖钙碱性岩浆岩带之西端，铜-金矿体产于早中新世英云闪长斑岩岩体中，这些斑岩岩株多侵位于下白垩统—渐新统火山-沉积岩层（粉砂岩）中，近矿围岩蚀变有青盘岩化、绢云母化及黄铁矿化等，有东、西、北3个矿体，矿石矿物有黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿等，除铜矿化外，还伴随有金、钼矿化。该矿床铜矿石储量近3亿吨，含铜品位0.3—0.5%、含金品位0.2—0.5g/t、钼0.024%，金储量为60—80t。该矿床位于冈瓦纳碎块——伊朗-阿富汗陆块向北消减（古新世）带上，为印度板块与欧亚大陆板块碰撞的产物。

第七节　马来西亚、印度尼西亚

一、马来西亚

马来半岛地势北高南低，在构造上主要区域走向为南北向至北北西向。沿着纵贯南北的中央山脉分布有花岗岩带，并由志留系和泥盆系构成地背斜。地背斜西侧为冒地槽，东侧为优地槽。紧靠中央山脉东缘分布南北向的蛇绿岩带，哈奇逊（1978）称之为文东-劳

勿缝合线，代表晚三叠世东部陆壳与西部陆壳碰撞产物。

马来西亚从16世纪开始生产黄金，主要产自彭亨州和吉兰丹州，其中以劳勿金矿山著名。近年来，主要是在砂锡矿田中回收砂金。1987年黄金产量为3.47t，比1986年增产28.3%。马来西亚金矿可划分2个金矿集中区[16]。

（一）马来半岛中部带金矿化集中区（Ⅺ-1）

金矿主要分布在马来半岛的中部带，从吉兰丹州的泰、马边界经过彭亨州西部到桑佛州，走向南北，全长约500km，最大宽度95km，大地构造属于东南亚新生代褶皱带。该带金矿化分布广泛，矿化明显受褶皱、断层和剪切带控制。金与花岗岩类有关，含金石英脉作为一种晚期热液自花岗岩岩浆中析出，侵位于火山-沉积岩层中。该带金矿床（点）有劳勿、普莱等（图18）。

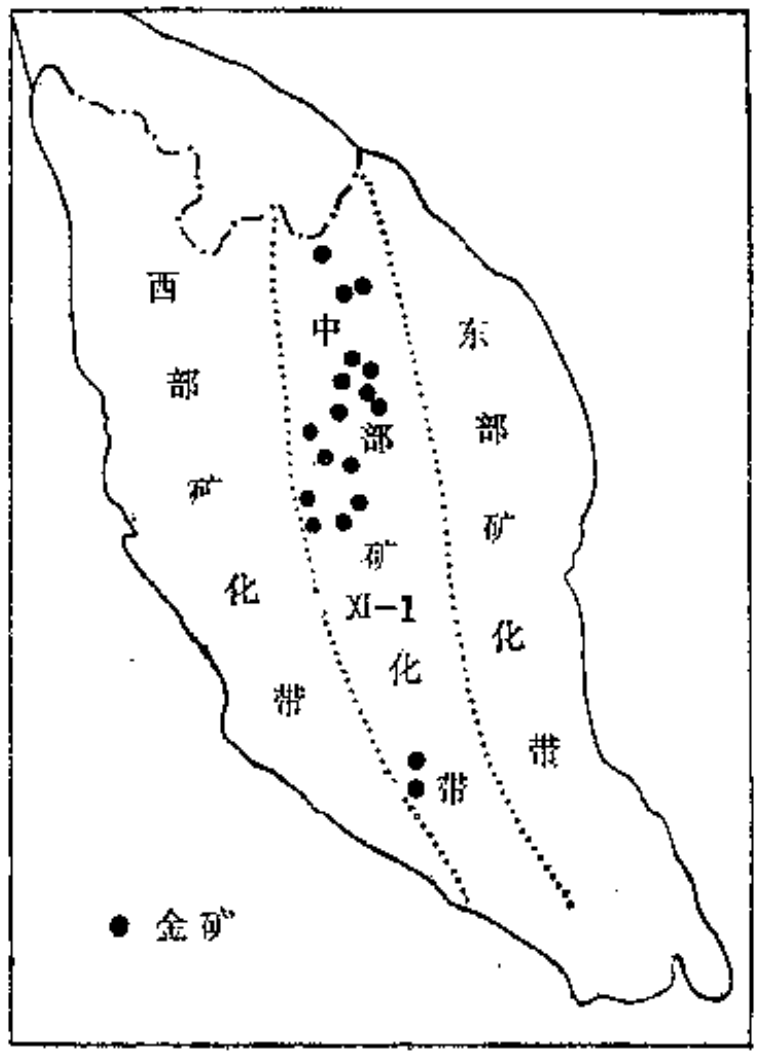


图18 马来半岛中部矿化带的金矿床分布图
Fig. 18 Location of gold deposits in the central mineralization zone of Malaya Peninsula

1．劳勿金矿

区域具有良好的金成矿远景，是马来西亚的一个大型含金石英脉金矿床。围岩是晚三叠世劳勿系钙质页岩。矿脉呈南北向与所赋存的劳勿页岩层理相平行，局部矿脉与区内褶皱和断裂相伴产生。矿体呈透镜状，向下具明显分叉现象，在延长方向上和向深部具变薄的趋势。矿脉中常见浸染状硫化物，如辉锑矿、黄铁矿等。

2．普莱金矿

位于马来半岛南部，加拉斯河上游。该矿床于1904年前开始开采，属于小型金矿床。矿区围岩为石灰岩和彭亨火山质页岩。燕山期花岗岩侵入了金矿区的石灰岩，形成接触交代金矿床。

此外，该金矿集中区还分布有乌鲁索科金银矿点，属于含金、银石英-硫化物类型金矿床（点）；吉兰丹西北部金矿点为石英脉型金矿化；奥裴山金矿点也是石英脉型金矿。上述金矿床（点）皆分布于马来半岛中部矿化带（图18）。金和硫化物矿化位于或靠近火山岩系分布。成因上与马来半岛中部带花岗岩有关，矿化受褶皱、断层、剪切带控制。

（二）东马来西亚（沙捞越-加里曼丹岛北部）金矿集中区（Ⅺ-2）

位于东马来西亚加里曼丹岛北部，巽它陆核东北边缘，矿化中心位于轴向北东东的巴乌背斜与走向北北东的中更新世英安斑岩和花岗闪长斑岩的交切部位。区内见有北东东向大断裂，以及较小的与之正交的横断层。该区大地构造属于东南亚新生代褶皱带。金矿带呈北东向分布，全长约500余公里，宽约60—100km，成矿带西南部巴乌附近发育有金、锑、汞矿化。

东马来西亚金矿以砂金矿为主，尤其是冲积砂金矿床（点）分布较多。

巴乌金矿是马来西亚主要金矿开采区，也是马来西亚大型金矿床。金矿化与中新世中期的微花岗闪长斑岩和英安斑岩侵入体有成因联系。这些岩体侵入到由侏罗纪一白垩纪地层组成的断裂背斜轴部。金与锑矿化产于侵入体和灰岩的接触带附近。最富的矿体沿着灰岩中的断层和巴乌灰岩建造（上侏罗统）与上部佩达湾建造（下白垩统）的页岩之间的接触带分布。矿液沿灰岩中的断裂上升至页岩，在灰岩中形成交代矿体，矿体平均品位约5.3g/t。

此外，该区还分布有冲积、残积和崩积的次生金矿床，如成邦江小型冲积砂金矿。金的物质来源于附近的晚第三纪闪长岩侵入体。

拉让河砂金矿位于拉让河上游，大面积分布有晚第三纪和第四纪火山岩，在河流水系沉积物中发现有少量金，为小型冲积砂金矿床。

塞加马河谷砂金矿。区内地层有三叠纪结晶岩石，其上为早白垩世—早第三纪的灰岩和燧石细碧岩建造，中新世有大面积火山岩喷发。金产在砾石层中，砂金品位较高。

金矿床（点）分布见图19。

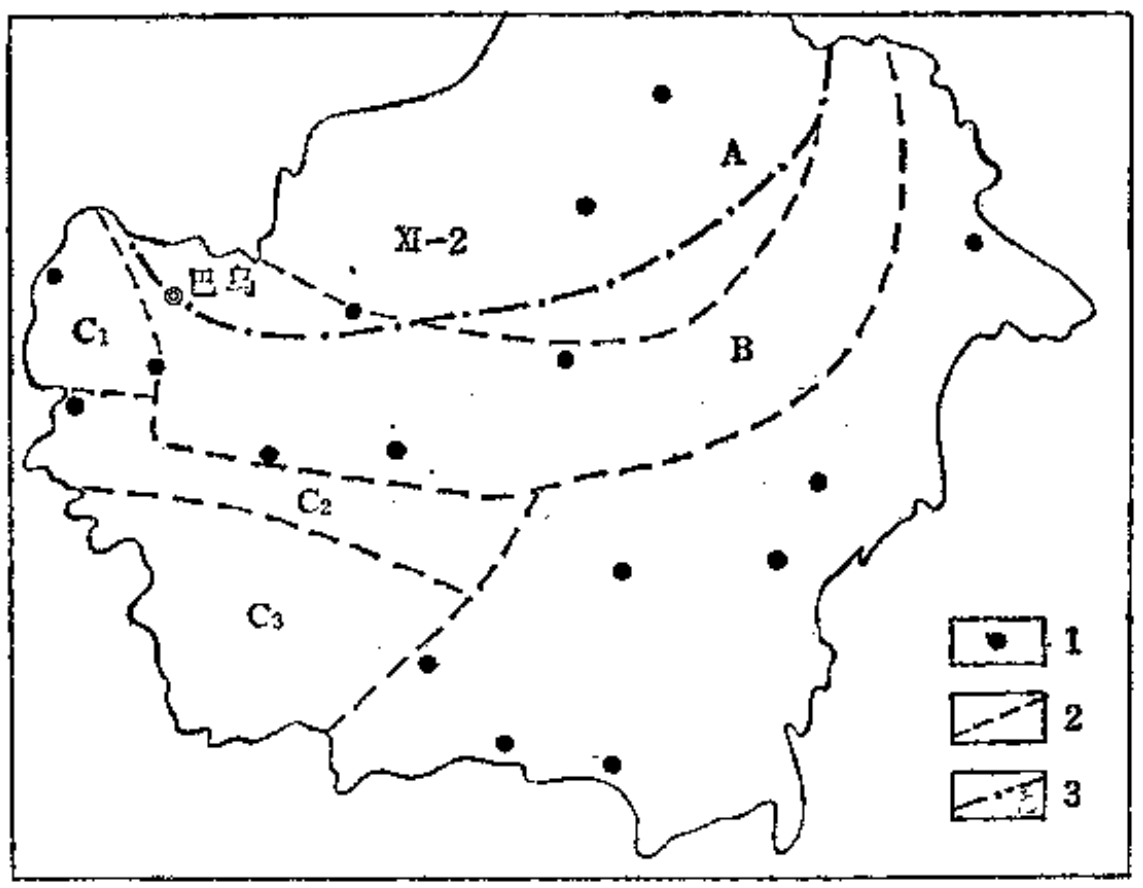


图 19　沙劳越-加里曼丹金成矿带及地质分区示意图

Fig. 19　Sketch map showing gold metallogenic zone and geologic dividing regions of Sarawak-Kalimantan

1—金矿；2—地质分区及编号：A—恩巴鲁带；B—古晋带；C_1—北部；C_2—中央轴部；C_3—南部；3—东马来西亚金矿集中区（XI-2）界线

二、印度尼西亚

印度尼西亚金矿床（点）主要分布在北苏门答腊、中苏门答腊、南苏门答腊和西爪哇。包括矽卡岩型、低温热液脉型和矿化剪切带型金矿及外生冲积砂矿。

根据大地构造、岩浆作用及矿化分布，可划分3个金矿化带。

（一）苏门答腊-爪哇金矿化带（XII-1）[14]

沿苏门答腊、爪哇二岛的延伸方向展布，分为苏门答腊段和爪哇段，二段都处于喜马

拉雅新生代褶皱带。苏门答腊段基底是硅铝质陆壳，盖层为石炭一二叠系至中生界组成。晚白垩世时期，地层发生褶皱抬升形成轴向与成矿带一致的北西向巴里散地背斜和断层系，显示右旋扭动，系由向北推进的印度洋板块所派生的北西-南东向扭应力所造成。断层系的北西段出现了蛇绿岩套，代表中生代边缘盆地的残余或洋壳的残余。爪哇段的基底是硅镁质的洋壳基底，盖层为新第三纪海相地层及少量晚白垩世地层。区域构造线从苏门答腊的北西向转至东西向的复向斜和复背斜成矿带内岩浆作用十分频繁和强烈，特别是喷发活动更为普遍。与金矿有关的岩浆作用发生于晚白垩世—第四纪，但最为重要的是晚第三纪的火山-侵入活动。

金矿床主要分布在北　中、南苏门答腊和西爪哇。F. W. Boulio（1984）认为，本成矿带许多金矿床为与前第三纪岩浆作用有关的含金石英脉型和矽卡岩型金矿床，含金较低，并伴生有铜、铅、锌等硫化物，主要分布在苏门答腊，特别是在该岛的北部，金矿的分布常与铜的地球化学高异常密切伴生，金矿化与银矿化关系密切。大部分分布在南苏门答腊及西爪哇（图20）。

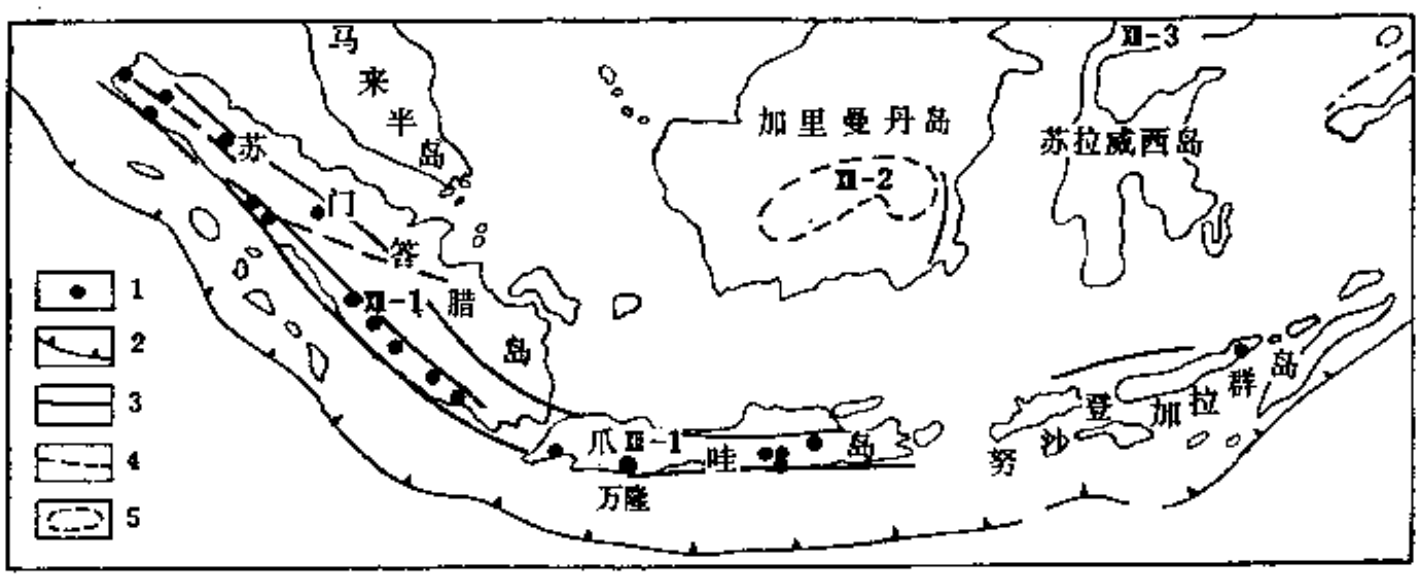


图 20　苏门答腊-爪哇金矿带分布示意图

Fig. 20　Sketch map showing gold deposits zone of Sumatra-Zaya

1—金矿；2—板块相对运动方向；3—断裂；4—推测断裂；5—金矿集中区范围及编号；XII-1—苏门答腊-爪哇金矿化带，XII-2—加里曼丹金矿化带；XII-3—北苏拉威西金矿化带

北-中苏门答腊划分4个金矿分布区：

1．图图特（Tutut）地区金矿（图21）

北苏门答腊图图特（Tutut）地区沃伊拉（Woyla）河的冲积层中含有金。该区含金面积为416km²，厚度约10m。金的颗粒较细，还发现有20—30kg重的金块。河段有2—3级阶地，阶地对河流的再沉积作用提供了矿源。根据该地区地质背景表明，金可能来自晚侏罗—早白垩世根庞（Geumpang）组中的绿色变火山岩系。

2．多洛克比纳潘（Dolok Pinapan）地区金矿（图21）

位于北苏门答腊中部，其中一条北西-南东向的剪切带与金矿化关系密切。剪切带两侧出现黄铁矿化和强烈石英-绢云母蚀变。该区的金矿化与中新世火山岩伴生，在地质背景上相似于南苏门答腊与次火山岩有关的低温金矿化。

3．麻拉西潘吉（Muarn sipongi）地区金矿（图21）

本区除了脉型金矿外，在花岗岩与“老板岩”内的石灰岩透镜体接触处呈矽卡岩型出现，矽卡岩由硅灰石-石榴石组成，含金4ppm。矿山南部第三纪新邦达塔尔（Simpaug

Datar）金矿脉中自然金含银约50—60%，此金矿脉为该区的河流冲积金矿提供了矿源。此外，加迪斯（Gadis）河及支流中有冲积砂金矿。

4．麻拉索马（Muara soma）地区金矿（图21）

本区金矿化与侵入中生代变沉积岩和超基性推覆体中的白垩纪马农盖尔(Manunggal)侵入体有关。矿区中面积最大的是索里克（Sorik）河上游的阿迪奥巴当(Adiau Batang)矿化区，其中金与富橄榄石的蛇纹岩伴生，泰伯西甘塔（Tabor si Gantang）附近可能与科蒂克（Cotik）河的矽卡岩型金矿化有关。

5．门根尼（Mangani）矿区（图21）

本矿区含金矿物有银金矿，赋存在富锰的石英脉中，受北西西向地堑构造控制，呈南北向分布，含金石英脉与矿山东北面的门根毕（Mangabi）次火山斑岩体有关，已发现矿脉15条。

（二）加里曼丹金矿化带（Ⅻ-2）

位于加里曼丹岛中部（图20），大地构造属于新生代褶皱带。金矿带呈东西走向，长约900km，宽约20km，侏罗—白垩纪时期属于不稳定陆架区，沉积了生物礁灰岩、海相页岩，并有燕山期花岗岩侵入。从晚白垩世至新生代又沉积了磨拉石建造，主要由高原群砂岩组成，上部夹薄层湖相页岩。第三纪侵入体十分发育，花岗闪长岩、石英闪长岩，特别是中新世的微花岗闪长斑岩和英安斑岩与金关系密切，并受断层控制。原生金矿以脉状和剪切带矿床为特征，容矿围岩为长英质闪长岩，成矿时代为晚第三纪—早第四纪和晚白垩—古新世，原生金矿床（点）有：赛佩纽、庞奥贾拉扬、蒂比都、普土西包、爪拉克里奥、麻拉帕扬西、隆吉兰等皆为小型岩浆热液型金矿床。金矿带内还分布有残积和崩积的次生金矿床。成矿时代有2期，一期为晚白垩—古新世，一期为晚第三纪—近代，而以后者为主。矿床类型为砂矿型，矿床有赛贝道、普图西包、达拉普、赛林包、帕芒卡、赛巴札等小型金矿床。

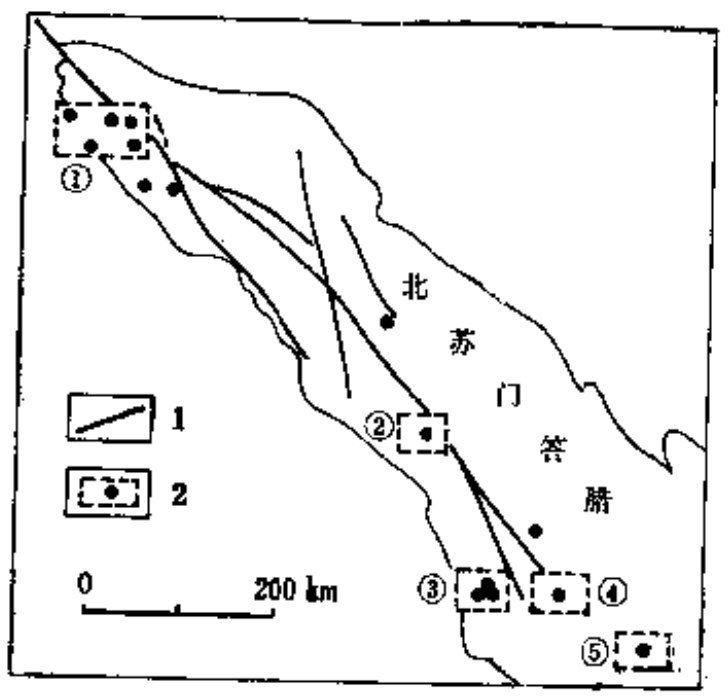


图 21　北—中苏门答腊金矿床分布图

Fig. 21 Location of gold deposits in North-Central Sumatra

1—断裂；2—金矿区；①—图图特；②—多洛克比纳潘；③麻拉西潘吉；④—麻拉索马；⑤—门根尼

（三）北苏拉威西金矿化带（Ⅻ-3）

位于印度尼西亚苏拉威西岛北部（图20），大地构造属于东亚新生代褶皱带。该金矿带呈东西向展布，长约50km，宽约5km。最老地层是古生界上石炭统；新生代老第三纪地层分布零星；新第三系在苏拉威西分布较广；更新世、全新世都有火山活动。苏拉威西北部构造线方向大致与岛的延伸方向一致。

苏拉威西北部和西部见有与晚第三纪闪长岩、安山岩有关的小型Au-Ag脉状矿床。这类矿床有比奥、广舟、哥打布南等，呈小型脉状和剪切带状矿床出现；苏拉威西北部还见有一个斑岩型中型Cu-Au矿床，成矿时代为晚第三纪，容矿主岩是闪长岩（包括安山岩）。此类型也具有脉状和剪切带矿床的特征。

该带还有小型砂金矿床，如马里萨西金矿床。

第八节　苏　联(XIII)

苏联产金区主要分布于勒拿河以东的东西伯利亚、后贝加尔和远东，即蒙古-鄂霍次克矿化带，其产量占全苏的65%左右，其中尤以后贝加尔和远东占重要地位（图22）。该区为环太平洋成矿带亚洲东北部的一部分，金为其特征性矿化元素之一[36]。金的矿化分布与长期活动的构造岩浆作用有关，金矿床的形成是一个复杂的、长期的、不连续的内生成矿作用过程。此外，与锡、钨、铅、锌等元素呈局部集中分布的特点相反，金具有大面积分布特点，后贝加尔和外兴安岭-朱格朱尔山金矿化带主要与早中生代岩浆杂岩（石英闪长岩、花岗闪长岩、花岗岩）有关，而远东（特别是黑龙江流域）则与晚中生代—新生代岩浆杂岩有关，此种岩浆杂岩体多系钠质花岗闪长岩-花岗岩系列，而围岩则多为晚古生代优地槽型铁-镁质建造，金的来源多与上述铁-镁质建造有关，因此，金矿化带在空间上与岩浆岩和古火山作用的铁-镁质建造有关。例如，远东地区含金的花岗岩建造占有重要地位，多形成品位高、储量大的独立金矿床，大量金析出于中—低温条件(250—180℃)，故矿床多远离侵入体。伊佐赫Э·П·统计表明[29]，该区44个金矿床中，43个矿区均见有花

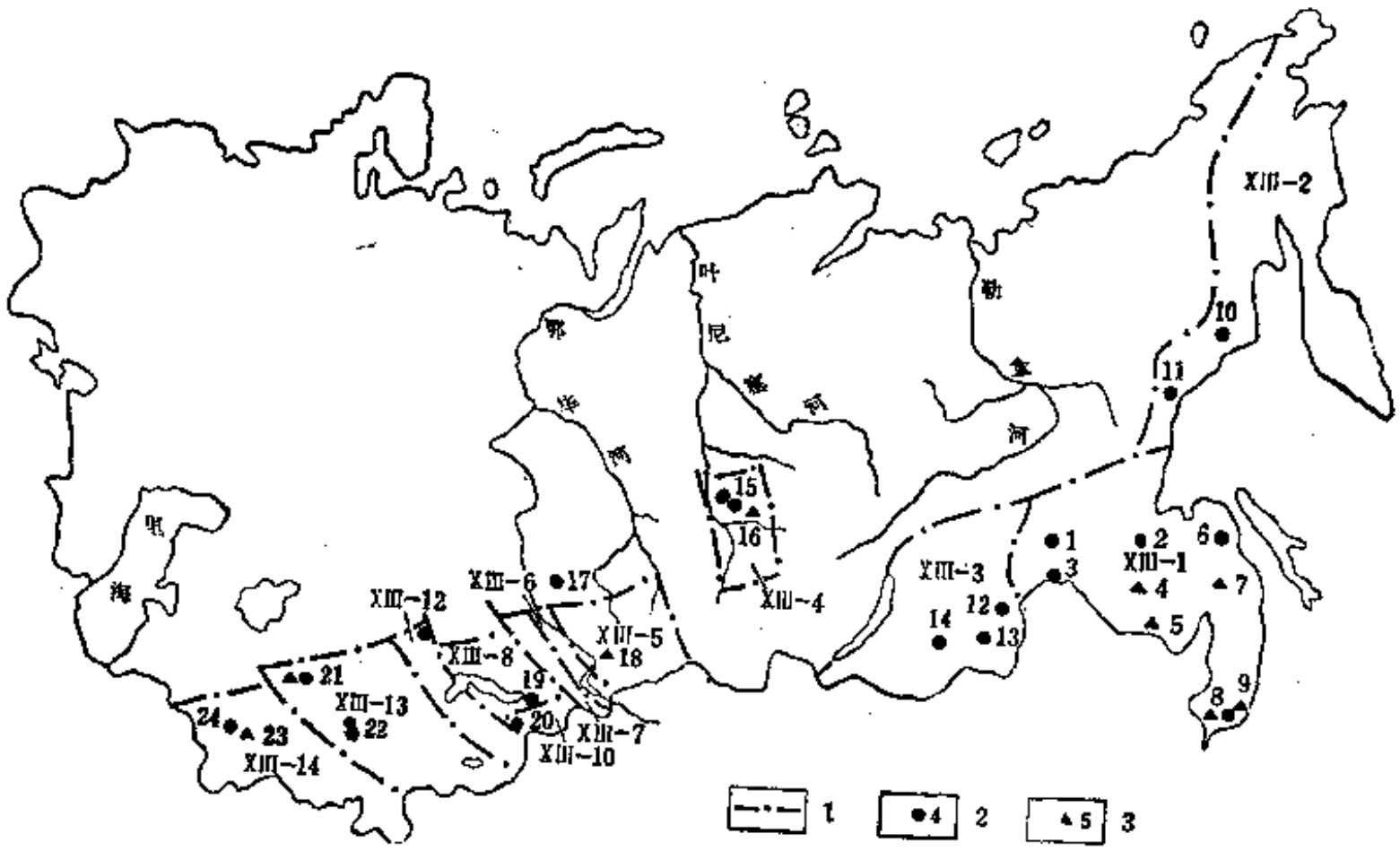


图 22　苏联金矿（化）集中区分布图

Fig. 22　Gold deposits (mineralization) concentrating regions of Soviet Union

1—矿化带界线；2—原生金矿及编号；3—砂金矿及编号

XIII-1—蒙古-鄂霍次克金矿化带；XIII-2—环太平洋西北部鄂霍次克-楚科特金矿化带；XIII-3—贝加尔金矿化带；XIII-4—叶尼塞山脊金矿化带；XIII-5—阿尔泰-萨彦岭金矿化带；XIII-6—扎尔玛-萨乌尔铜-金矿化带；XIII-7—成吉思-塔尔巴哈台金-铜矿化带；XIII-8—巴尔喀什金-铜-钼矿化带；XIII-10—准噶尔金矿化带；XIII-12—楚-伊犁金-多金属矿化区；XIII-13—天山金-铜-多金属-汞-锑矿化带；XIII-14—帕米尔金矿化带

原生金矿及砂金矿：1—苏塔姆；2—下谢列姆扎；3—基洛夫；4—依曼；5—兴安-布列亚；6—白山；7—下黑龙江；8—巴拉巴什；9—弯沟；10—卡拉姆肯；11—哈康德任；12—克留切夫；13—巴列依；14—达拉松；15—苏维埃；16—叶尼塞山脉；17—穆库尔；18—麦梅尔；19—扎尔玛；20—扎曼特-勒盖蒂；21—穆龙套；22—科奇布拉克；23—塔吉克斯坦吉赛尔；24—开拉嘎奇

岗闪长岩分布，而且多系钠质系列侵入岩体（32个），属浅部岩体（31个），岩体面积多在50—1 000 km^2 之间。此外，成矿前或成矿期间多伴有火山活动（35个），伴有岩浆期后岩墙贯入（38个）。金矿化同时常伴随有大量硫化物出现（28个）。

一、蒙古-鄂霍次克金矿化带（XIII-1）

呈近东西向分布，东起鄂霍次克海，西至后贝加尔东部，中生代大部分时间处于地槽条件下沉积。褶皱带基底主要由变质程度不同的火山沉积岩所组成，并为后期花岗岩所切割，南部出现有巨大的震旦-寒武纪构造岩带，如布列因地块，主要由片麻岩、变质的陆源-碳酸盐沉积所组成[41]。蒙古-鄂霍次克金矿化带可划分为：

（一）北部外兴安岭金矿化集中区（XIII-1-1）[31,49]

位于阿尔丹地盾区的边缘，属中生代-新生代构造岩浆活化区。区域分布有太古代结晶基底变质杂岩岩系，其上为下元古界—寒武系灰岩、白云岩、粉砂岩、凝灰岩等，在太古代—古生代以基性—酸性岩浆活动为主，但未发现有明显的金矿化。该区金矿化主要形成于中生代，成因上与构造-岩浆活化作用密切相关。构造-岩浆活化作用演化的第一阶段（$T—J_2$）表现为构造隆起运动至形成有巨大的花岗岩岩浆侵入体，花岗岩-花岗闪长岩-闪长岩深成岩体有阿玛南、乌德等；第二阶段（$J_2—K_1$）形成花岗闪长岩、花岗岩-花岗正长岩建造的侵入岩体（谢尔加奇、依拉汉、朱格朱尔杂岩）及火山岩（安山-英安-流纹岩建造），如杰林金等。外兴安岭以金、钼成矿专属性为特征，主要矿石建造有：金-石英-少硫化物、金-铜-钼建造。金-硫化物与第二阶段（$J_2—K_1$）花岗闪长岩建造有关，矿石主要集中于结晶片岩基底岩石（脉状金-石英-少硫化物矿床）和火山岩层中；金-石英（玉髓）建造矿化以不连续的脉状、网脉状矿体分布为特征，矿石中主要分布有辉钼矿、黄铜矿、自然金、方铅矿、闪锌矿、白钨矿等；金矿化局限于火山盆地边缘部位，有时伴随有斑岩型铜矿化、石英脉型辉钼矿化等。典型矿床实例有：

1．苏塔姆金矿田：位于外兴安岭北坡，构造位置相当于受中生代构造岩浆活化的阿尔丹地盾南缘；该区广泛分布有太古代变质岩-结晶片岩、片麻岩及少量大理岩和石英岩，太古代和早元古代花岗岩和花岗片麻岩。在金矿田西南部分布有巨大的太古代辉长-闪长岩岩体，在北部和南部见有中生代地堑型陆源沉积，厚度从几十米到几百米。沿东西向外兴安岭深断裂分布有太古代片状退化变质岩带及与之有关的白垩纪辉长闪长岩岩株状岩体和浅成次火山岩。金矿化见于早元古代辉长岩中，形成规模不大的矿脉和矿株（图23）。金呈细粒状，数量不多。太古代辉长岩和花岗岩接触处的石英-磁铁矿交代岩中亦见有含量不高的金（10—50ppb）。金主要集中于与前寒武纪和中生代地层中含硫化物石英脉内，有以下几种类型：

（1）石英-黄铁矿-磁黄铁矿脉型矿床

该类矿床以阿列克谢也夫矿床为代表，产于本区北部相对隆起地块的太古代花岗岩和花岗片麻岩中，矿体沿北西西向断裂带发育，形成矿带。该断裂带为中生代地堑的南界，并控制着白垩纪基性岩株和岩墙的分布。矿脉附近的花岗岩多黄铁绢云母化，并发育有石英、绢云母、白云石、黄铁矿和钠长石的共生组合。在花岗岩类中见有大面积的结晶片岩捕虏体，并已片理化。含金石英脉主要是乳白色粗粒石英，其次为方解石，金属矿物有磁黄铁矿、黄铁矿、自然金、黄铜矿、方铅矿、碲铋矿和少量白钨矿、闪锌矿、毒砂、辉钼

矿以及金和银的碲化物。在石英脉和黄铁细晶岩中均含有金，含量变化较大，金银比值为1:1—3:1，在富矿中可达5:1。金的成色为863—903。

（2）石英-黄铁矿-毒砂网脉型矿床

该类矿床以彼列瓦尔矿床为代表，发育于相对沉降和受轻度侵蚀的侏罗纪碳质页岩中，产出于东西向地堑构造或近平行的断裂中，沿断裂构造发育有辉绿玢岩、闪长玢岩及花岗闪长斑岩、石英斑岩岩墙。围岩多石英化、绢云母化和石墨化。含金网脉带走向近东西，平行于地堑边界线，矿脉集中在稍晚的横断裂发育部位，矿脉方向多变，由乳白色石英或梳状石英组成，含有黄铁矿、毒砂、自然金、白钨矿。此外，还有极少量磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉钼矿和碲化物。在地堑边缘的结晶片岩和大理岩中发育有含方解石、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿和方铅矿的弱含金石英脉。贯穿于碳质页岩中的含金石英脉，含金品位有时很高。Au/Ag＝1:3—1:1（达3:1），金粒 0.01—0.1mm，个别达 0.6mm，金的成色850—870。

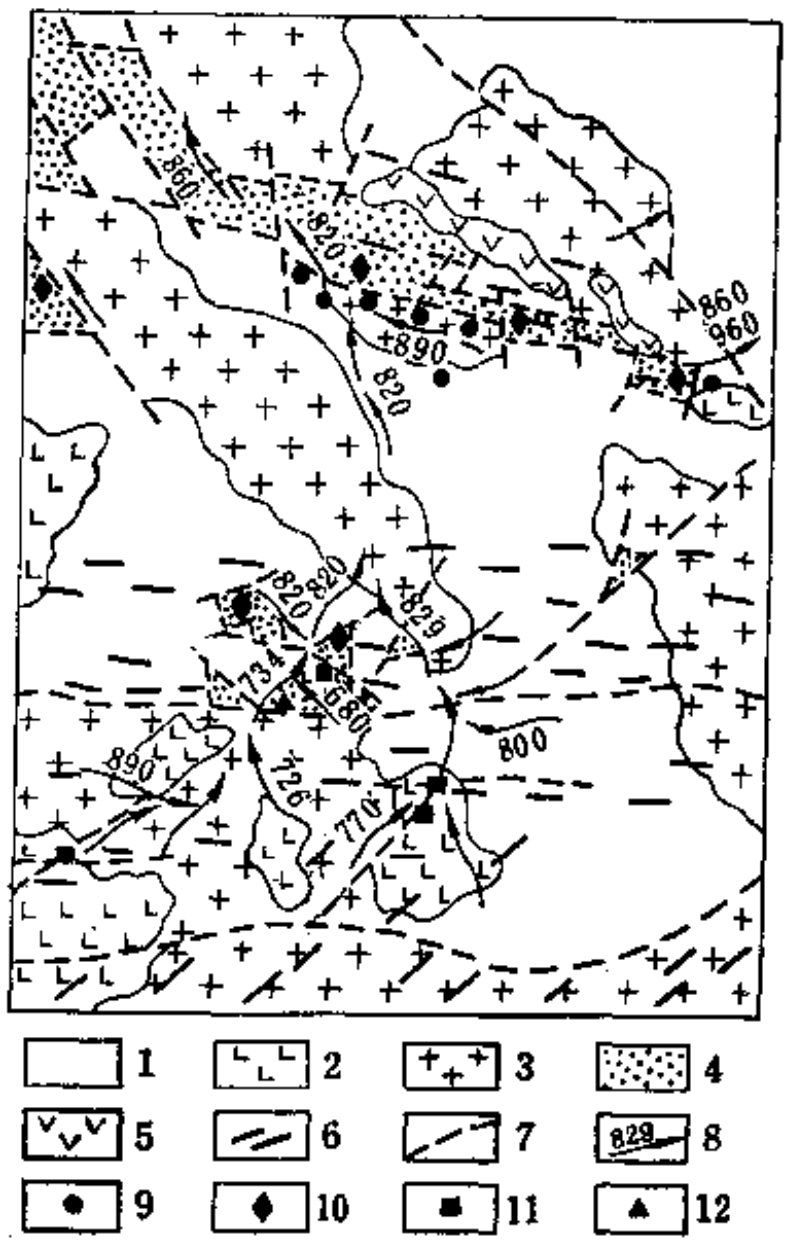


图 23　苏塔姆金矿田地质略图

（据B·C·科根）

Fig. 23　Geologic sketch of Sutam gold ore area

1—太古代变质岩；2—太古代辉长-闪长岩；3—太古代和早元古代花岗岩、花岗片麻岩；4—侏罗纪砂岩和碳质页岩；5—白垩纪辉长-闪长岩岩株；6—白垩纪辉绿岩和闪长玢岩、花岗闪长斑岩和石英斑岩的岩墙群；7—断裂；8—砂金矿（注明平均成色），矿化显示；9—石英-黄铁矿-磁黄铁矿脉；10—石英-黄铁矿-毒砂网脉带；11—石英-碳酸盐-多硫化物；12—石英-玉髓-碳酸盐

（3）石英-碳酸盐-多硫化物网脉型矿床

该类矿床以彼德洛夫矿点为代表，为外兴安岭含金区新的矿化类型，见于早元古代花岗岩体和白垩纪闪长玢岩、花岗闪长斑岩、石英斑岩岩墙所贯穿的辉长闪长岩中，受东西向断裂控制。花岗岩和脉状花岗闪长斑岩已黄铁细晶岩化，辉长岩类已片理化。

彼德罗夫矿点由延伸很长而厚度不大、近平行的矿带所组成，主要为石英-碳酸盐细脉，硫化物约占整个脉体的20—50%。石英呈针状和粒状。碳酸盐（方解石、白云石）占20—30%。金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿和闪锌矿及少量毒砂、磁黄铁矿和白钨矿等。在花岗岩和花岗闪长斑岩中的弱含金细脉中，硫化物仅少量，其中与方铅矿和闪锌矿共生的黄铁矿占优势。金在充填细脉的岩石中含量十分均匀，有时可达 1g/t，Au/Ag＝1:2—2:1，金粒 0.01—0.05mm，少数达 1—2mm。金的成色为860—870。

（4）石英-玉髓-碳酸盐网脉型矿床

分布于矿田南部沉积盆地中，赋矿岩石由侏罗纪长石石英砂岩和碳质、泥质页岩所组成，为白垩纪花岗闪长斑岩和石英斑岩的岩墙所穿切。矿化扩及到地堑边缘的太古代片麻

岩及与岩墙的接触带中。网脉带分布在近东西向断裂中，岩石强烈角砾岩化、硅化、高岭土化和碳酸盐化并有石英和碳酸盐细脉穿切。脉石矿物主要为粗粒状和块状石英，偶见薄层状玉髓。此外，还有方解石、重晶石。金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿及银金矿和银的硫盐等。金的含量不高，Au/Ag=1:2—1:5。金的成色为676—738。此外，在前寒武纪片麻岩中也发现有含金的玉髓-重晶石脉、玉髓-碳酸盐脉和金的矿化角砾岩。

苏塔姆矿田矿化空间分布的特点表明，矿体成分和形态与其构造专属性和围岩环境特点有一定关系。在矿田北部分布有太古代花岗岩中的含金石英-黄铁矿-磁黄铁矿脉和侏罗纪碳质页岩中的石英-黄铁矿-毒砂网脉带。此外，太古代辉长岩类和大理岩中见有含金量低的石英-碳酸盐-方铅矿（含黄铁矿和磁铁矿）脉和细脉。在南部的辉长岩类中发育有石英-碳酸盐-多硫化物含金网脉带，在侏罗纪碳质页岩中为石英-黄铁矿-毒砂和石英-玉髓-碳酸盐含金网脉带。

中生代多期构造-岩浆活化造成的近东西向断裂起着主导的控矿作用，围岩碎裂并热液蚀变。金矿化与小岩株、岩墙在空间上和构造上的密切关系表明，该区的矿化时代多为晚中生代。

石英-黄铁矿-磁黄铁矿类型和石英-黄铁矿-毒砂类型的含金网脉带在脉石矿物、金属矿物共生组合、自然金成色和形态、围岩、热液蚀变等方面均很相近，可能是少硫化物建造的矿物类型，在全区分布最广。石英-玉髓-碳酸盐网脉带按矿物组成、围岩蚀变组合、结构标志和自然金特点，应属近地表贫硫化物建造，在外兴安岭的中生代次火山岩和火山沉积岩分布区广泛发育。

2．谢尔加奇矿床

位于中生代内陆火山-深成岩带的东端，平面上呈透镜状，呈北东向延伸。

该带基底为太古代和早元古代褶皱变质杂岩，并有早元古代、中-晚古生代、早和晚侏罗世侵入岩分布。此外，还有早白垩世火山杂岩发育，其分布与长期活动的谢尔加奇断裂带有关，出现地堑-向斜型的火山构造隆起和火山构造凹陷。

火山活动分2期：第1期为由安山斑岩、石英斑岩、正长斑岩、霏细岩及其凝灰岩和凝灰熔岩组成的杂色岩层，该期侵入岩是各种成分的次火山侵入岩——闪长斑岩、正长斑岩、霏细岩、微正长斑岩；第2期主要有流纹熔岩溢出，形成石英斑岩及其凝灰熔岩和凝灰岩、凝灰角砾岩及砂岩和细砂岩等，其上贯入有正长-花岗斑岩和石英斑岩形成的岩盖、岩盆、岩株和岩墙。火山杂岩总厚1500m。白垩纪火山-深成岩建造发育末期形成的中浅成侵入体，包括2种杂岩：一种是复杂裂隙内花岗岩类，另一种是花岗斑岩、花岗正长斑岩、花岗闪长斑岩、闪长玢岩等（图24）。

谢尔加奇矿床金矿化总的特征是：第1期金矿化与早白垩世火山杂岩有关，无论在基底岩石或火山岩内均有所见。此期矿体属于中低温金-石英-少硫化物建造，矿物共生组合有：(1)金伴有自然铋、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿(乌鲁申矿段)；(2)金伴有黄铁矿、银、黝铜矿、方铅矿和闪锌矿（阿亚奇和乌尔金矿段），并伴有绢云母化、黄铁矿化、绿泥石化和硅化等交代岩，金矿化普遍。此外，含金石英脉带见于火山杂岩基底岩石中，而火山岩中金矿化较少。金的形状很多：海绵状、海绵-晶簇状、细脉-层状、团粒状。晶体少见。金粒0.1—1.5mm，成色500—833。

第2期金矿化与早白垩世花岗岩小侵入体或斑岩岩墙有关，属中温金-石英-少硫化物

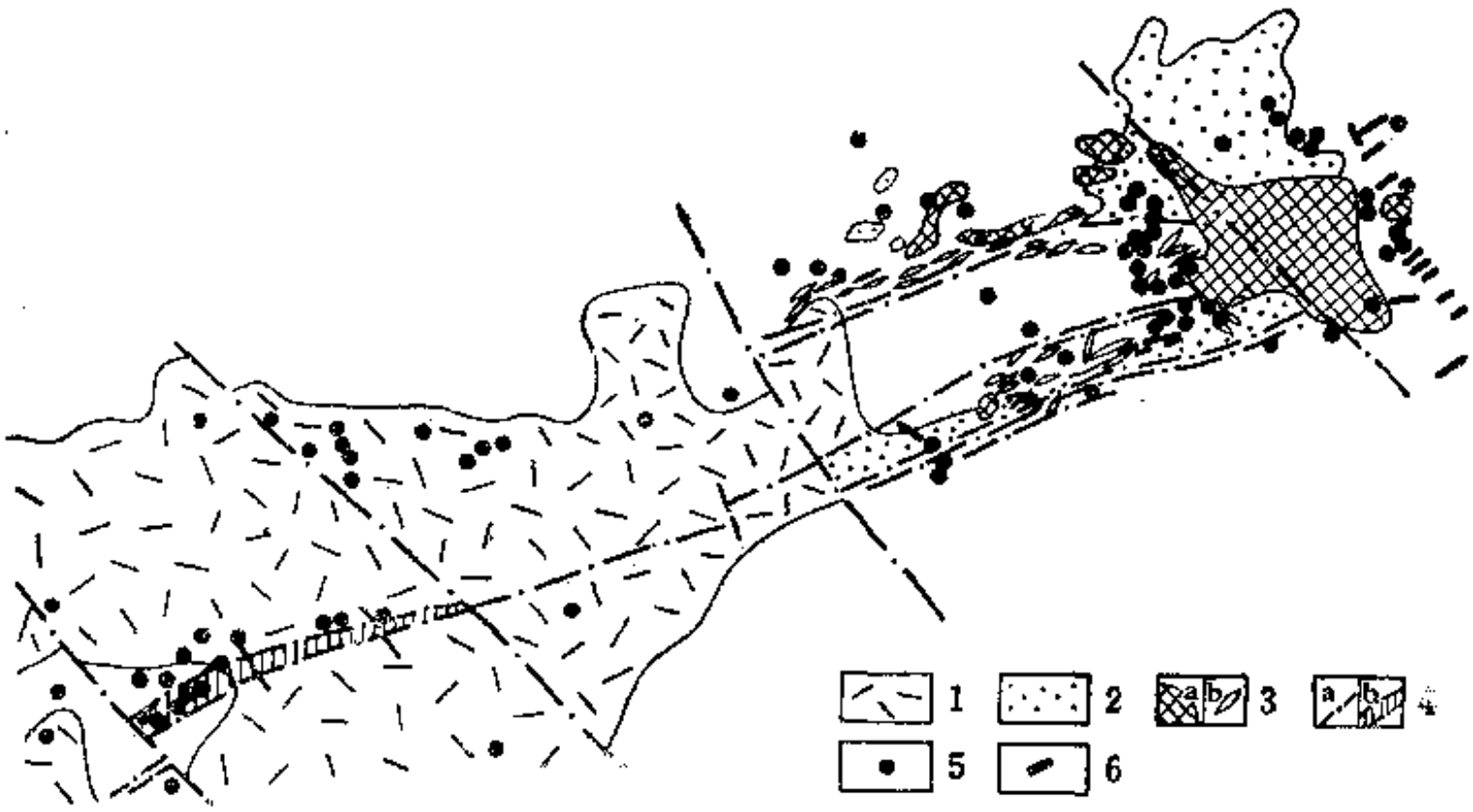


图 24 谢尔加奇成矿带的金矿化分布图

（据И·А·瓦西利耶夫）

Fig. 24 Gold mineralizations in metallogenetic zone of Sergach

1—早白垩世火山岩喷出岩相和次火山岩相发育区；2—火山岩喷出岩相发育区；3—早白垩世浅成杂岩小侵入体（a）和岩墙（b）；4—断裂(a)和裂隙带(b)；5—原生金；6—砂金

建造。金与黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、白钨矿共生。矿体以经常出现电气石为特征，此期矿化伴有黄铁细晶岩化（海克廷矿段）。

3．基洛夫金矿床

矿床产于2组近东西向裂隙构造之间，北部是角闪岩相老变质杂岩，南部是较新的土库林格尔绿帘石-角闪石相和绿片岩相的变质岩。区内有南土库林格尔深断裂呈近东西向分布，倾向北，倾角50—60°。断裂延伸百余公里，断裂附近出现大量多期的侵入岩脉，形成金矿化和铋、砷、钼、钨、锑、汞矿化。

矿区为沿近东西向深断裂分布的地堑，长60km，最大宽度6—7km。地堑由上侏罗统陆源沉积组成。地堑北部为扎林达晚侏罗世—早白垩世花岗岩体，面积达50km²（图25）。

金矿体沿地堑北界广泛分布于扎林达岩体附近或岩体内。矿体集中分布于近东西向与北东向断裂交汇处。总计矿脉300余条。矿石矿物组合有：

（1）电气石-磁铁矿组合：发现于扬坎矿段，矿脉宽为0.4m，个别地段为电气石网脉，脉宽1cm，形成于破碎的热液蚀变的围岩中。在少数石英脉中主要矿物为电气石和磁铁矿，偶见浸染状磁黄铁矿和黄铁矿。金含量从痕量至68.4g/t，成色为973。

（2）石英组合：出现在近东西向和北东向脉中，主要矿物为石英，其次是黄铁矿和毒砂，金含量2—6g/t。

（3）辉铋矿-黄铜矿组合：主要赋存于北东向脉中，主要矿物有石英、白钨矿、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、辉铋矿、辉碲铋矿等。含金品位数克/吨至百克/吨。成色为900—940，金颗粒较大。

（4）黄铁矿-毒砂组合：主要矿物为石英、黄铁矿、毒砂、辉钴矿。含金4—6g/t至140g/t，金呈分散状态，成色为850。

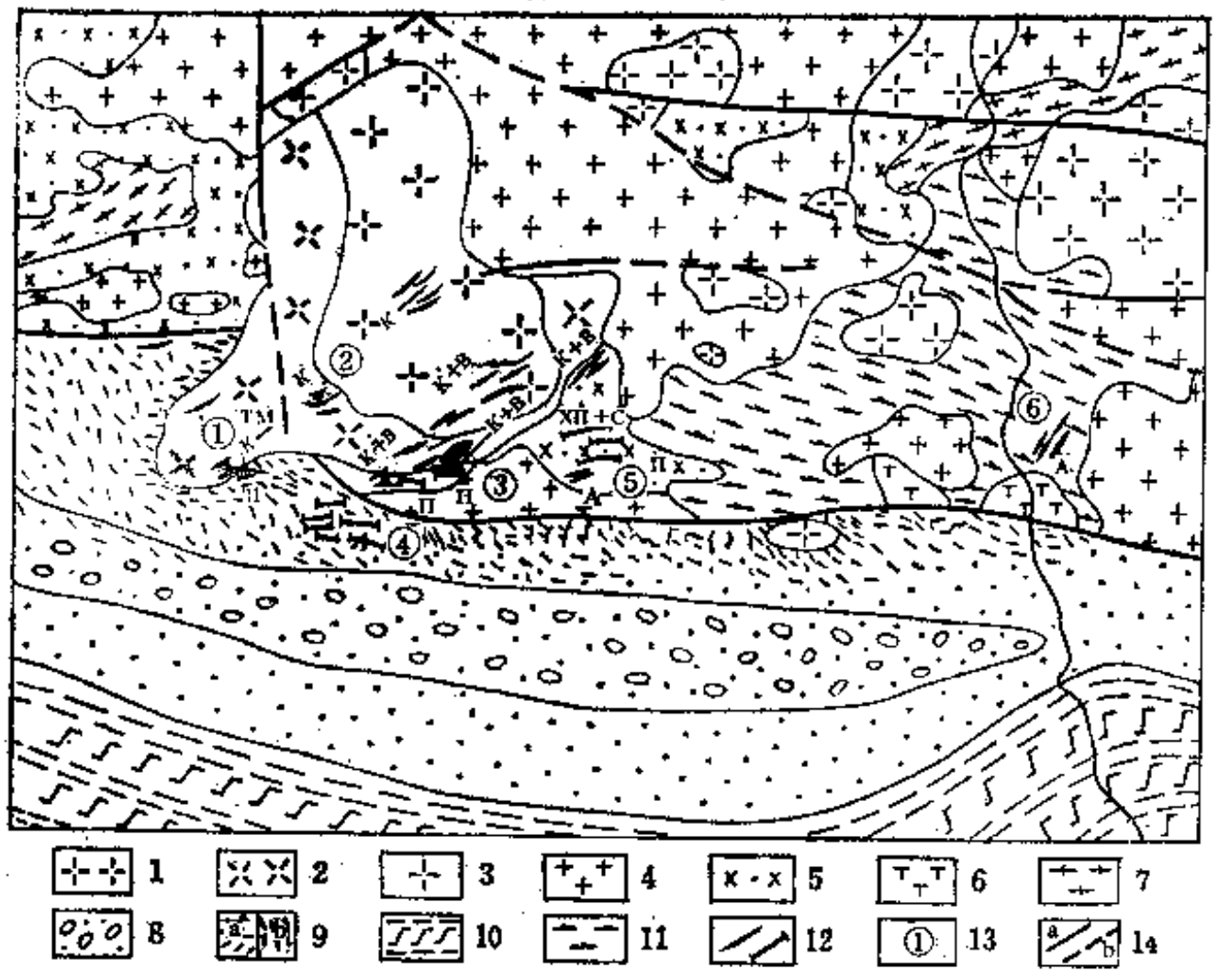


图 25　基洛夫金矿床地质构造略图

Fig. 25　Sketch showing geology and structure of Kirov gold deposits

1—花岗岩；2—闪长岩、石英闪长岩；3—中粒淡色花岗岩；4—黑云母和黑云母-普通角闪石花岗岩和花岗闪长岩；5—闪长岩、石英闪长岩；6—基性和超基性岩；7—黑云母-普通角闪石花岗岩、花岗闪长岩、片麻状花岗岩；8—上侏罗统粗粒砂岩、砾岩；9—上侏罗统砂岩、粉砂岩，含砾岩夹层，具角岩化(a)，无角岩化(b)；10—下元古界火山-沉积岩；11—黑云母-普通角闪石花岗片麻岩，含闪岩和结晶片岩夹层；12—矿脉(A)：TM—电气石-磁铁矿化，K—石英脉，B—辉铋矿-黄铜矿化，A—石英-辉锑矿化；(Б)：П—黄铁矿-毒砂矿化，C—多金属矿化；13—矿段：①杨坎，②金源，③中部，④南部，⑤札林达，⑥多罗日内；14—断裂：实测(a)，推测(b)

（5）多金属矿物组合：赋存于近东西向的脉中，主要有石英、铁白云石、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、毒砂，金含量从痕量到4—6g/t。

（6）最晚期的石英-辉锑矿组合：出现在矿床东部近东西向的矿脉中，主要为玉髓状石英、辉锑矿、重晶石、方解石及辰砂。金含量从痕量到2g/t。

该矿床在成因上与扎林达花岗岩体密切相关，矿化溶液富含Cl^-及HCO_3^-，属石英-金-辉铋矿矿化建造的岩浆热液型矿床。

（二）南部黑龙江流域金矿化集中区（XIII-1-2）[20]

为苏联远东重要金矿化带之一[21]，属中—新生代构造-岩浆活化区。该金矿化带自西向东（上游—下游）矿床的形成时代逐渐由早白垩世过渡到晚白垩世至新第三纪，与之同时，中-少硫化物建造金矿床为贫硫化物建造矿床所代替，自然金的成色亦变低。本区金矿化与基底铁-镁质岩石含金丰度值较高有关。划分为黑龙江上、中、下游含金区。

1．黑龙江上游金矿化区

金矿床以中等硫化物建造为主，成因上与第三纪花岗闪长岩有关。根据矿物中包裹体测温和成分的测定判断，金矿化作用可划分为：

（1）成矿前的石英期（350—300℃）；

（2）石英-电气石-磁铁矿期（300—250℃）；

（3）石英-辉铋矿期（250—200℃）；

（4）石英-方铅矿-闪锌矿期（220—190℃）；

（5）石英-辉锑矿期（200—180℃）；

（6）石英-碳酸盐期（180—160℃）。

其中（2）、（3）、（4）期有金析出，而石英-辉铋矿期为金的主要析出期。矿化期石英包裹体的主要成分为Na^+、K^+、HCO_3^-、Cl^-，其中$Na^+>K^+$、$Cl^->HCO_3^-$，如石英-辉铋矿期的石英中Cl^-占阴离子总数的32.65%，Na^+占阳离子总数的34.01%。

2．黑龙江中游金矿化区

金矿床以少硫化物建造为主，成因上与第三纪闪长岩小侵入体有关。矿化阶段可划分为：

（1）交代石英岩阶段（350—250℃）；

（2）成矿前含毒砂、黄铁矿弱金矿化的石英脉阶段（350—200℃）；

（3）成矿期的金-石英阶段（250—180℃）；

（4）矿化期后石英-碳酸盐脉或细脉阶段（140—90℃）。

矿化期石英中含有大量气液包裹体，成分以K^+、Na^+、HCO_3^-、Cl^-为特征。

典型矿床有：

A．托库尔金矿田[38]：位于蒙古-鄂霍次克东部地区结雅-谢列姆扎褶皱构造带中，在谢列姆扎含金区的中部，包括托库尔和印诺谦提耶夫等矿床；矿化点有：塔尔纳赫、谢库尔、库兹明等。金矿田呈近东西向延伸，宽度为20—25km。

区内地层主要是中、上古生界陆源沉积，总厚度在2 000m以上，自下而上为萨古尔组硅-泥质岩、托库尔组砂岩、艾基姆昌组砂-泥质岩和阿姆努斯组硅质砂岩。岩浆岩分布面积达5km^2，托库尔东部主要是花岗岩，中部和西部为闪长正长岩株和辉绿玢岩、闪长玢岩岩墙。侵入体附近常常形成交代石英岩。

金矿化类型属于岩浆热液成因的少硫化物含金石英脉矿床。金主要来源于古生代和中生代花岗侵入岩。

托库尔矿田北部和南部有2个近东西向的平缓断裂（主断裂和南部断裂）和一些陡倾斜长期活动的近南北向断裂，沿断裂发育有弱含金蚀变石英岩带。

含金石英脉矿石具角砾状或带状构造，脉石矿物主要为石英、冰长石、绢云母、绿泥石、碳酸盐以及粘土矿物。在镜下发现有锆石、磷灰石、电气石、金红石、黑云母、石墨、黝帘石、金、黄铁矿、毒砂、磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黝铜矿和锡石。金呈片状，长0.25—3mm，金成色800—600。根据对石英脉中的冰长石和矿脉附近蚀变岩石中的绢云母进行钾氩法测定及其与矿田的沉积变质岩和侵入岩相互关系分析，含金石英脉的形成时代为中—晚侏罗世或早白垩世。

含金石英脉伴随有金、钨、砷、银的稳定原生分散晕，晕宽5—20m。古生界围岩中金平均含量为2.9ppb。金主要富集在粗粒的岩石中。泥质板岩金平均含量为1.8ppb，粉砂岩为2.1ppb，砂岩金平均含量增加到4.8ppb，局部可达56.7ppb。

含金石英脉宽3—10cm，含金品位0.3—1g/t，很少达2—3g/t。区内弱含金蚀变石英岩广泛分布，多呈透镜状出现于断裂带中，一般含金较低，为0.5—1.5g/t，个别地段可达6—9g/t。

B．谢列姆扎金矿床：该矿床位于黑龙江中游。少硫化物含金石英脉产于前寒武系变质杂岩中的晚白垩世花岗闪长岩及其附近的变质绿片岩蚀变带中。矿体呈脉状、似脉状。主要硫化矿物有黄铁矿、磁黄铁矿及少量的黄铜矿。属岩浆热液型金矿床。自然金的成色为900—707。

3．黑龙江下游和锡霍特-阿林金-银矿化集中区

金矿床以贫硫化物建造为主，多为金或金-银矿床，成因上与晚白垩世—第三纪火山岩或喷出岩有关。本区属大陆边缘火山岩带，下部主要是安山质火山岩建造，上部为流纹质火山岩建造，含大量气体，局部形成凝灰熔岩，金矿化多与钠质火山岩密切相关，而且多局限于热液蚀变带范围内。矿化温度：自然金析出温度为250—150℃，矿化热液以含钠、钾、氟高为特征，属火山热液型近地表金-银矿床。在锡霍特-阿林褶皱区金矿化主要集中于中生代火山岩带西北端的闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩的侵入体中，此种岩石亦以含碱元素、H_2O、气体（Cl_2、CO_2）高为其特征。

锡霍特-阿林中生代褶皱区的南部边缘（兴凯地块）发育有：（1）下部层（Pt_1）主要由黑云片麻岩、矽线黑云片麻岩及黑云透辉角闪片岩所组成，厚5000m；（2）中部层主要由晚古生代火山沉积岩系及三叠纪—白垩纪海相及陆相沉积所组成；（3）自晚白垩世早期出现穹形地块上升运动及断裂构造运动，伴随有中酸性火山岩喷发和花岗岩侵入活动，构成本区的上部层。本区金矿化发育，主要有少硫化物（毒砂-黄铁矿）金-石英建造矿床，成因上与浅成花岗岩小侵入体有关。代表性矿床有南滨海含金区及阿尔通金矿化区金矿床。

（1）南滨海含金区

位于锡霍特-阿林褶皱系的南部滨海区。该区地质构造复杂，基底为前寒武纪花岗片麻岩隆起（下部构造层）。在晚古生代火山-沉积岩系形成之后有三叠纪—白垩纪海相和淡水陆相沉积（中部构造层）。晚中生代和新生代为中酸性喷发岩，并在洼地中伴随有淡水陆相沉积。最后形成晚第三纪和第四纪玄武岩（上部构造层）。此外，中生代花岗岩，特别是白垩纪花岗岩、花岗闪长岩分布广泛。

南滨海含金区的金矿化与花岗岩小侵入体有关，裂隙充填型矿脉出现于东西向和南北向长期活动的断裂的交叉部位，主要为含金石英脉型金矿床。该区有金矿床和矿田多处，如京坎、塔乌杰马和弯沟等。现分别简述如下：

A．京坎金矿田：位于南滨海含金区的中部，呈南北向分布，如阿斯科利德金矿床。该矿床为石英脉型。矿脉呈单一和交错脉，有时呈一些平行脉，矿脉两侧有细脉成群出现，过渡为细脉和网脉带。含金较高的矿脉呈北西向（320—340°）延伸，倾角陡，品位、厚度和走向变化很大的矿脉多呈近东西向和近南北向分布，矿脉倾角60—80°。主要矿石矿物为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、自然金，其次是毒砂、黝铜矿、辉铋矿、磁铁矿。自然金的形态不一，金粒一般为0.5—1.5mm，金成色为905。

B．塔乌杰马金矿田：该矿田呈近南北向分布，以法希顿金矿床为代表。该矿床的成矿特征与阿斯科利德金矿床相似，为石英脉型金矿床。整个矿化带延伸达数公里。矿化带由含金石英脉和透镜体组成。含金石英脉呈北东向和北西向分布，倾角40—60°。矿石矿物主要有黄铁矿和自然金，其次是黄铜矿、毒砂、方铅矿等。自然金多呈淡黄色，金粒大小平均在1—3mm，成色为830。

C. 弯沟金矿田：矿田呈北东向分布，以乌纳希金矿床为代表，该矿床矿体延伸较大，主要是含金石英硫化物矿脉。

（2）阿尔通金矿化区：位于中依曼河流域阿尔通村附近，构造上属锡霍特-阿林主复背斜。区内分布有古生代变质片岩和砂岩。北东东向断裂发育，白垩纪（？）花岗斑岩小侵入体沿裂隙带侵入。金矿体多赋存于花岗斑岩小岩株内，矿脉沿穿切花岗斑岩的裂隙分布。矿脉形成于穿切花岗斑岩岩株的石英斑岩岩脉之后，而早于长石细晶岩脉。

黑龙江下游金矿化集中区的典型矿床[37]有：

A. 多峰金矿床[43]：位于黑龙江下游，东锡霍特-阿林火山岩带北部，属于含金石英脉建造的近地表（0.5—1km）火山热液型矿床。该金矿床位于与中生代褶皱一致的深大断裂和蒙古-鄂霍次克成矿带近东西向断裂带的交汇处。

矿区主要分布有晚侏罗世陆源沉积（泥岩、粉砂岩、砂岩），并已被挤压成北东向陡倾褶皱，其上不整合地覆盖有老第三纪早期安山质喷发-火山碎屑岩。侵入岩为古新世浅成花岗岩和晚第三纪玄武岩、英安岩脉。

矿体产于别克奇-乌尔斯克岩体的北西接触带，该岩体属老第三纪早期花岗闪长岩-花岗岩建造的上乌多明杂岩；晚期（古新世—始新世）分异较差的小侵入体，主要是花岗闪长岩成分的斑岩，并形成巨大的岩墙和岩床，而且穿切地层和花岗岩类，主要分布在矿区的西南翼。

上述侵入岩、喷出岩或喷发岩均具有时间和空间的密切联系，在一系列岩石-化学特点方面有共同性（碱性较高、围岩同化现象广泛发育、具稀有金属元素和金矿化专属性），属同源岩浆岩。矿区的主要断裂呈北东向与中生代基底褶皱一致，上述断裂决定了岩体的轮廓和古火山及小侵入体的分布，而在岩浆期后阶段控制着热液蚀变晕和金矿体的分布。

矿床围岩由于接触变质和热液变质作用受到强烈改造。接触变质作用（角岩化和矽卡岩化）见于岩块和大岩株的接触带。热液蚀变作用表现为青盘岩化、石英-白云母化和围岩的交代作用。青盘岩化蚀变分为中温和低温2种类型，前者广布，以绿帘石-绿泥石组合和角闪石-黑云母-绿帘石组合为主；后者分布局限，以绿泥石-碳酸盐组合和绿泥石-碳酸盐-绢云母组合为主。

低温青盘岩化带通常见于北东向构造薄弱地段，并多为裂隙周围经交代作用形成的以石英-白云母成分为主的透镜体。石英交代岩叠加弱硫化物矿化的网状脉和细粒玉髓状含金石英细脉，从而形成矿体。

多峰矿床的白云母-石英岩的同位素年龄为49—69Ma。热液变质作用和金矿化作用发生在渐新世闪长斑岩和花岗斑岩岩墙侵入期间。

金矿化位于北东向大断裂带上，该带长7km以上，宽数百米，在此范围内近平行和相互邻接的含金交代岩透镜体多聚集成组出现。各透镜体长度变化很大，有时达800m，厚度由数厘米到80—100m，大多数走向北东，倾向北西，倾角陡。

矿体的主要脉石矿物为石英（94—97%），其次是冰长石、绢云母和水云母等(图26)。金属矿物一般占0.5—1%，有黄铁矿、白铁矿、赤铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、银黝铜矿、辉银矿、金、银、铋的碲化物、辉铋矿及辉钼矿、锡石和黑钨矿等。划分出9种矿物共生组合：（a）石英-冰长石-水云母；（b）石英-黄铁矿；（c）石英-赤铁矿；（d）石英

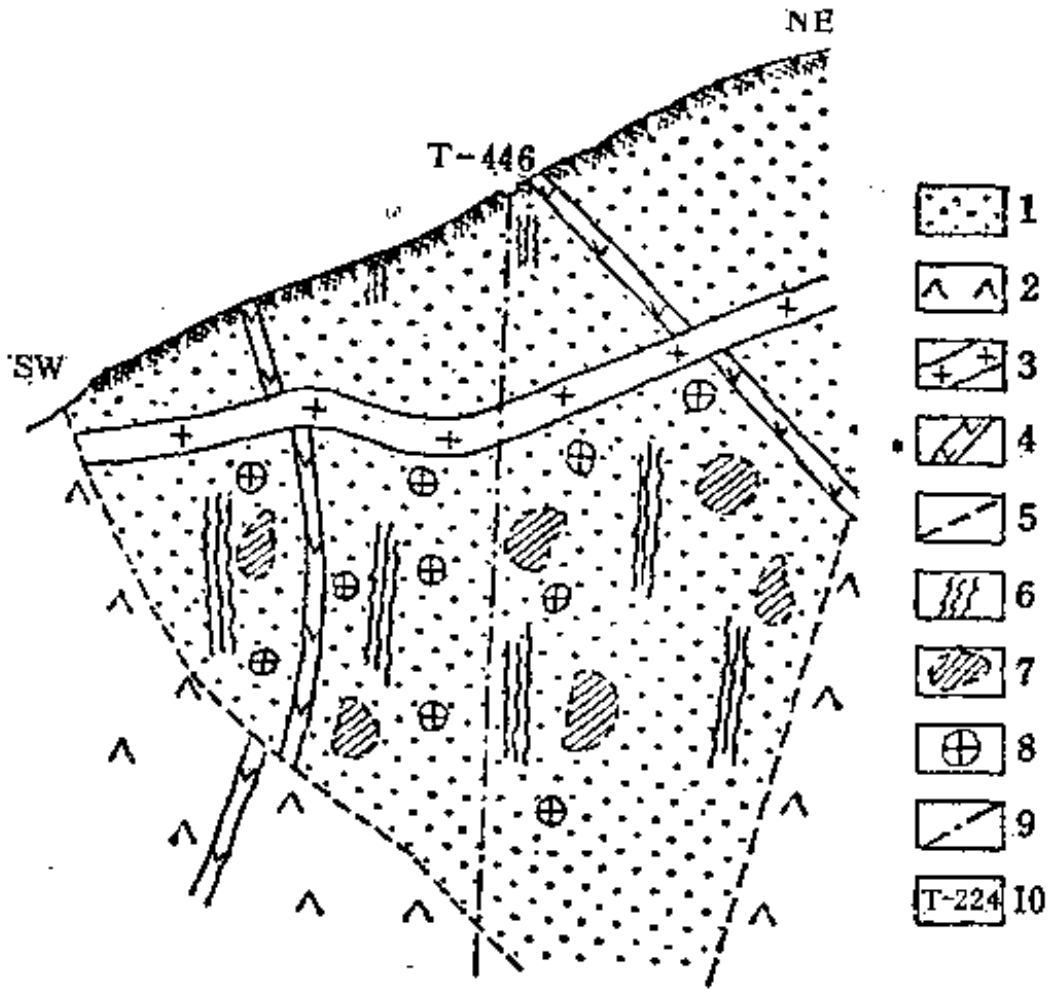


图 26　多峰金矿床上部矿体垂直投影图

(据A.M.Жирнов)

Fig. 26　Vertical projection for parts of upper orebody of Mnogovershennoe gold deposit

1—石英；2—安山岩及其熔岩角砾岩；3—花岗斑岩岩墙；4—闪长玢岩岩墙；5—断裂；6—冰长石-石英条带状矿石；7—燧石状石英；8—石榴石矽卡岩和石榴石-辉石矽卡岩分布区；9—地质剖面线；10—探槽及其编号

-锡石-电气石；(e) 石英-碳酸盐；(f) 硫化物-碲化物-金（含深红银矿、银黝铜矿、辉银矿、碲银矿等）；(g) 石英-碳酸盐-绿帘石；(h) 石英-赤铁矿-绿泥石；(i) 高岭石-胶岭石。矿体的工业价值取决于是否有硫化物-碲化物-石英发育。

金粒多为0.2—0.4mm，其形状为团粒状和树枝状。早期石英-黄铁矿组合中的金呈分散的水滴状散布在石英基质中。金在金属矿物颗粒中呈细小包体，为浅绿黄色。成色780—800。金银比为1:1。在成色高的金中有类质同像碲存在。

除金矿化外，还有稀有金属-电气石矿化，它反映了两个成矿带（蒙古-鄂霍次克金成矿带和锡霍特-阿林稀有金属成矿带）结合处地区的成矿特点。

B．白山金矿床[27,34]：位于黑龙江下游地区，属低温火山热液型金矿床。该矿床产于次火山岩岩株和长石斑岩岩墙中，这些岩株和岩墙穿切始新世安山-玄武岩岩盖和火山锥。岩株和岩墙及其围岩遭受强烈的热液蚀变，有的成为高岭土化石英-水云母组合。金矿化具有细脉浸染特点，个别具有工业意义的金矿化带中形成贫矿的网脉。矿石属于金-石英建造的贫硫化物类型。金属矿物低于0.6%，有黄铁矿、毒砂、闪锌矿、银的硫酸盐、自然金、银和其它矿物。金既见于网状石英脉，也见于热液蚀变岩中。自然金由小于0.5μm（细分散状）到8g重的块状金。矿石中以游离金为主（占70%），“结合金”见于与其它矿物的连生体中（占30%）。金粒呈团粒状、似脉状和片状等出现，成色为630—670。

矿床形成分3个阶段：（1）成矿早阶段（金-冰长石-石英阶段）；（2）成矿主阶段（硫化物-金-石英阶段）；（3）成矿晚阶段（石英-玉髓-金阶段），说明金成矿具有多期性和叠加的特点（图27）。

白山金矿床外围分布有大量砂金矿异常，主要是风化、剥蚀、搬运等外生作用的产物，形成坡积和洪积型砂金。

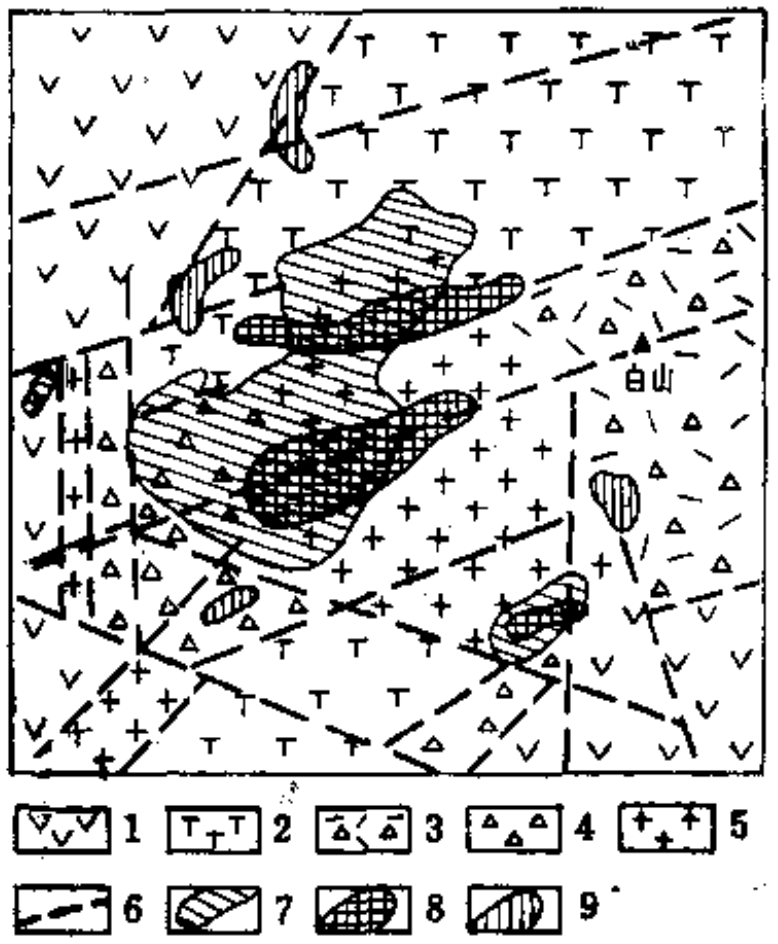


图 27　白山金矿床地质略图

（据Л·В·麦耳尼科娃）

Fig. 27　Sketch for geology of Belogorskoe gold deposit

1—始新世安山-玄武岩；2—火山锥粗面岩和英安质的凝灰岩和凝灰熔岩；3—粗面岩和英安岩的熔岩质角砾岩；4—近火山口角砾岩；5—呈岩株和岩墙的长石斑岩；6—断裂。矿石分布区：7—成矿前阶段；8—成矿阶段；9—成矿后阶段

二、环太平洋西北部（鄂霍次克—楚阔特）中—新生代火山岩型金-银矿化带（XII-2）

该带为东亚中—新生代火山带的一部分，而且与巨大的长期活动的断裂构造相关，以产出有浅成热液型金-银矿床为特征。金矿化主要分布于安山-粗面岩通道中，即产出于巨大的近东西向、南北向及北东向断裂带之交汇部位。矿化带主要由石英（包括玉髓、蛋白石）、冰长石、硫化物、方解石所组成。此外，还有少量的绿泥石、绿帘石、金红石、锆石等。硫化物多集中于细脉的边部、构造带附近，以黄铁矿为主，其中有少量的毒砂、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等。自然金呈微细粒状浸染于硫化物中，在氧化带中可见有明金存在。原生金矿床附近常有砂金矿化分布。

苏联远东太平洋沿岸地区广泛地发育有新生代近地表低温热液型金-银矿床，成因上与新第三纪安山岩、安山粗面岩有关。热液蚀变有明矾石化、地开石化。此外，在空间上，还见有与晚侏罗世—早白垩世花岗岩小侵入体（135—170Ma）有关的含自然金少硫化物矿石建造矿床（金-毒砂建造）[44,46]。

典型矿床有：

A．哈康德任矿床[43]：该矿床位于鄂霍次克-楚阔特火山带，是金银矿化建造的一个典型矿床。

该区主要由早白垩世火山-沉积岩所组成，并覆盖在二叠系—上三叠统类复理石建造之上。火山岩为角闪安山岩夹凝灰岩层。这套岩层为晚白垩世火山岩所穿切。晚白垩世有第一期喷发的英安岩和流纹英安岩，第二期喷发的流纹岩、微晶花岗正长岩和花岗斑岩岩脉以及较晚期的安山玄武岩和粗玄岩脉（图28）。

矿床中部见有流纹岩喷出，平面上呈椭圆形，该岩体沿走向北西、倾向南西的断裂分布，该断裂对晚白垩世岩浆活动有控制作用。流纹岩具有球状、蜂窝状、枕状和角砾状构造。金矿化与晚白垩世岩浆活动第二期流纹岩有共生的关系。

原生矿石的主要矿物是石英、冰长石、水云母、绢云母、粘土质矿物、黄铁矿、黄铜

矿、蔷薇辉石、菱锰矿、少量绿帘石、玉髓、磷灰石、锆石。矿石中还见有辉银矿、银金矿、硫锑铜银矿、砷硫锑铜银矿、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、金、金银矿、辰砂、重晶石等。在贫金的矿石中主要矿物是紫水晶、方解石、菱锰矿等，偶见毒砂、沸石、白云石。总的特点是有大量含锰矿物出现。

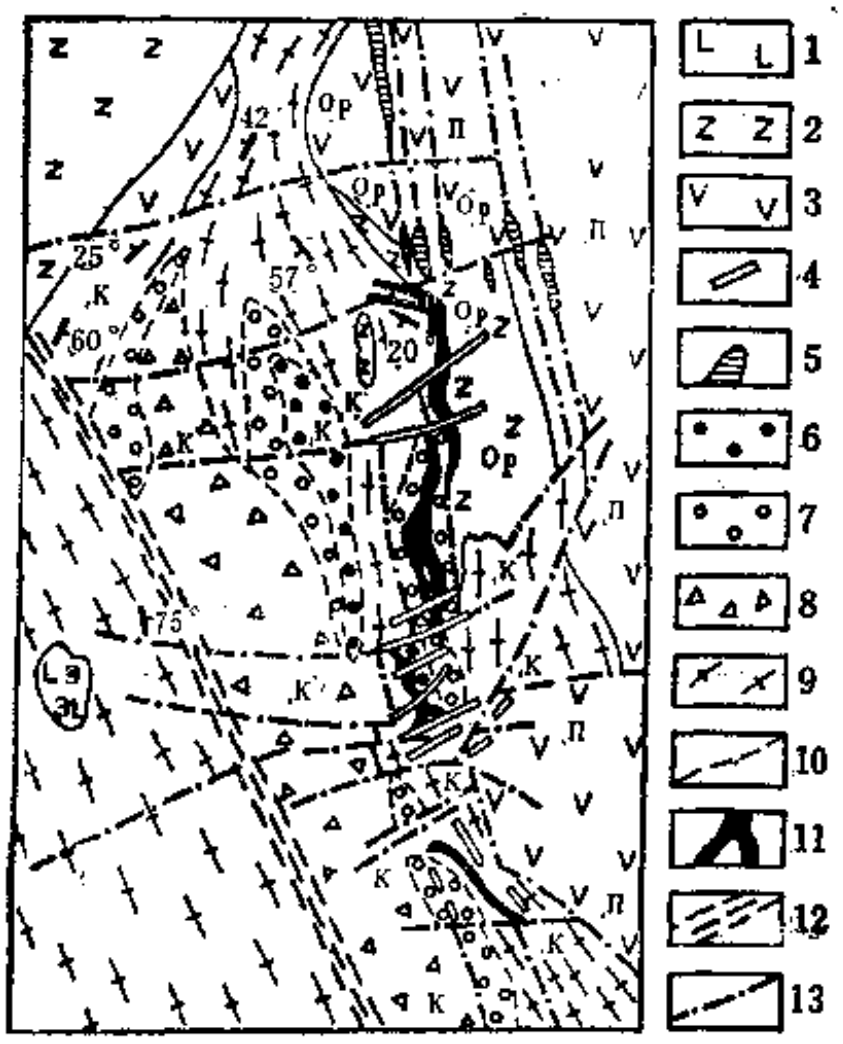


图 28　哈康德任矿床地质构造图
（据II·巴布金和A·希德罗夫）

Fig. 28　Geology and structure of Khakandzhin gold deposit

Op—早期钾长石化；Э—绿帘石化；П—绿泥石、青盘岩化；К—热液石英岩

1—安山岩（K_2）；2—英安岩和流纹岩（K_2）；3—安山岩（K_1）；4—辉绿岩和粗玄岩岩脉；5—花岗斑岩和花岗正长斑岩岩脉；6—枕状熔岩；7—球状流纹岩；8—熔岩角砾岩；9—流纹状和块状流纹岩；10—流纹岩相的界线；11—矿带；12—破碎带；13—构造破碎带

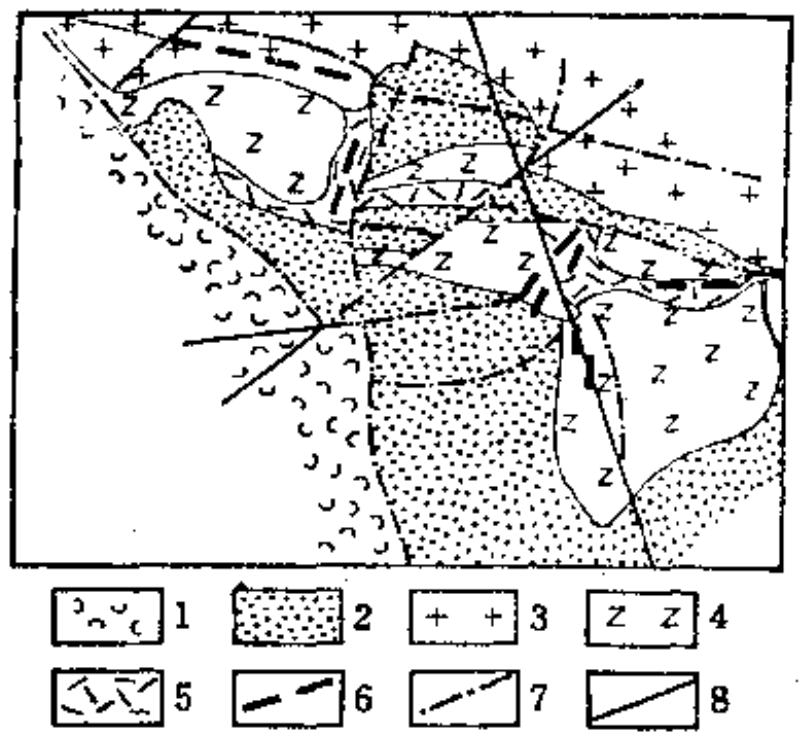


图 29　卡拉姆肯金矿床地质构造图
（据II·巴布金和A·希多罗夫，1972）

Fig. 29　Geology and Structure of Karamken gold deposit

1—中阿尔曼负向火山构造流纹岩（K_2）；2—马戈多维诺-哈森地垒状隆起的沉积岩和火山岩层；3—中粒花岗岩；4—次火山英安岩；5—次火山流纹岩；6—含矿岩脉；7—断裂；8—鄂霍次克-楚阔特火山带的鄂霍次克-科雷马段重要区域性断裂方向

在矿体形成过程中见有：(a) 早期石英-蔷薇辉石-菱锰矿组合，含金很贫；(b) 晚期金-辉银矿-硫锑铜银矿组合，为主要的含金组合。

该矿床围岩热液蚀变有：(a) 青盘岩化，主要发育在北东向断裂带中；(b) 在矿体附近发育有含高岭土的石英-冰长石化；(c) 矿田外围发育有水云母-石英岩化；(d) 沿北东向构造破碎带的粘土化。前 3 种蚀变属成矿前蚀变，而粘土化则是成矿期后作用的产物。

B. 卡拉姆肯金-银矿床[43]：该矿床位于鄂霍次克-楚阔特火山岩带东部。该区地层为下白垩统哈森组的陆源沉积及不整合于其上的那拉乌里组、霍里昌组、乌雷恩组和奥里组火山岩类，并为晚白垩世至老第三纪早期的火山岩侵入体所穿切（图29）。

在矿区及其边缘广泛发育有喷出岩和侵入岩，并形成一系列火山-深成岩杂岩体。其中最老的那拉乌里安山岩杂岩为古杏仁状安山玄武岩、安山岩和安山英安岩夹少量凝灰

岩、凝灰角砾岩和凝灰砾岩，较年青的有流纹岩、流纹-英安岩和凝灰岩层以及花岗闪长岩和斜长-花岗斑岩的同源岩浆次火山岩体和英安岩的喷出穹窿。同位素年龄为72—83Ma。按时代顺序是赛诺期（K_2）玄武岩、安山玄武岩和安山凝灰岩，赛诺—达宁期流纹岩、凝灰熔积岩和凝灰熔岩，不整合地覆于以前形成的岩层之上，并有流纹岩的次火山岩体和岩脉与之共生。最年青的熔岩覆盖层及与之共生的玄武岩属老第三纪梅戈迪基特组，同位素年龄为55—59Ma。

矿区位于一个古火山岩体内，广泛发育有半环状断裂和破碎带，各种火山岩相（其中主要是未分选的次火山物质）呈同心环带状分布，并有许多小喷出岩体及交代岩的带状构造。

矿区内大部分喷发岩和侵入岩遭受多次热液蚀变，如青盘岩化、石英-水云母、石英-高岭土、石英-冰长石和石英-高岭土-明矾石化等。

矿区位于热液蚀变带，并沿大断裂带向北西向延伸。次级近东西向和近南北向的断裂组，将矿区切割成块段。矿区内有数个金矿化地段。第一个矿化地段位于斜长花岗斑岩侵入体的接触带上，并产于近东西向构造破碎带内。石英、石英-冰长石和碳酸盐-石英成分的矿脉既产在侵入体外接触带青盘岩化岩石中，也产在内接触带的石英-水云母交代岩内。它们充填于近东西向的剪切裂隙中。脉厚由数厘米到1—3m。

第二个矿化地段分布于热液蚀变英安岩和流纹-英安岩中。其边缘青盘岩化英安岩很

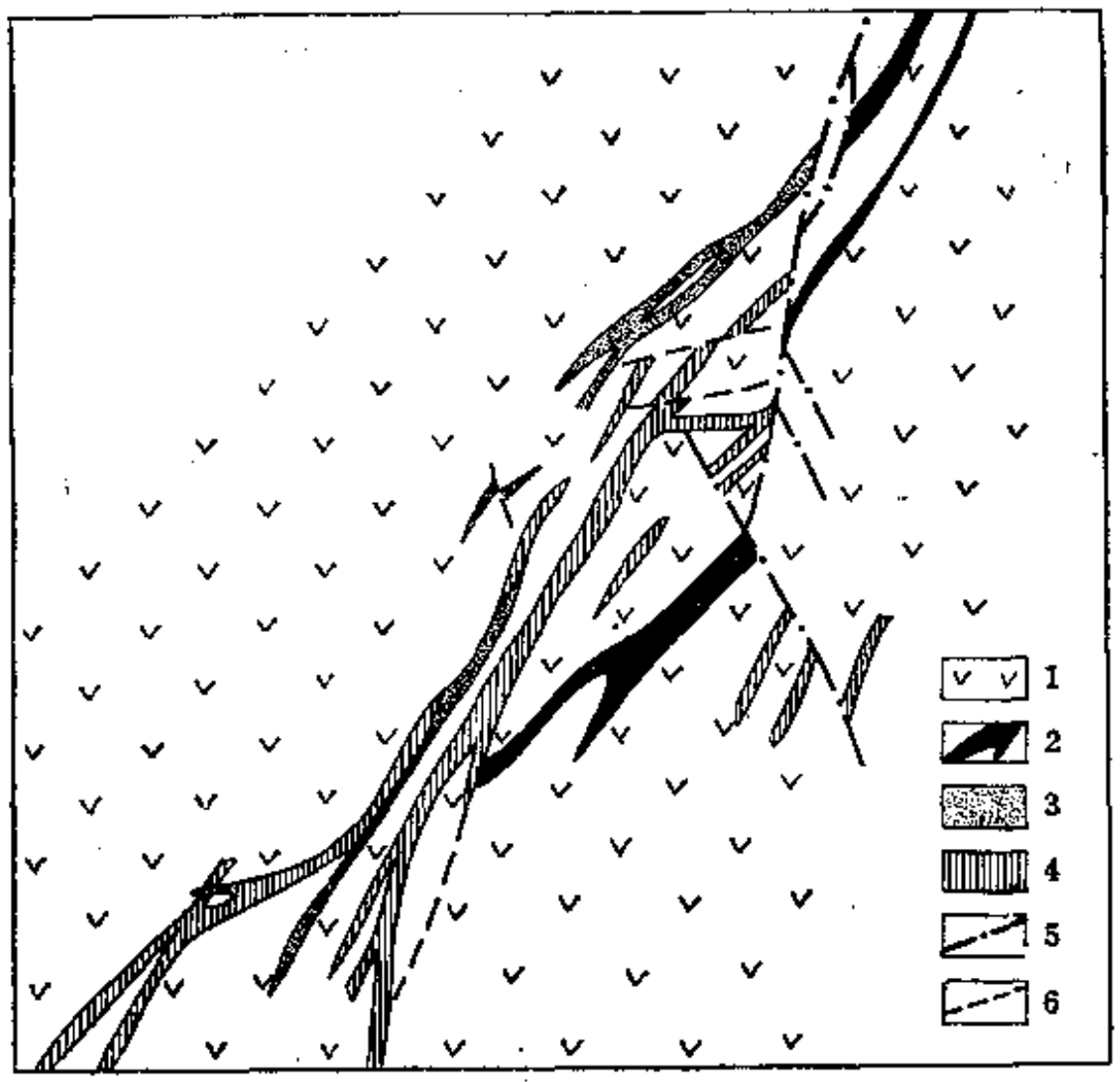


图 30　卡拉姆肯金矿床矿脉分布图

（据П·巴布金和A·希多罗夫，1972）

Fig. 30　Ore veins of Karamken gold deposit

1—蚀变安山岩；2—冰长石矿脉；3—石英-碳酸盐脉（第二世代）；4—石英-碳酸盐脉（第三世代）；5—断裂；6—矿化期后断裂

发育，中部为次生石英岩。矿层中蚀变岩石的垂直分带很明显，自下而上是：ⓐ石英-水云母带；ⓑ石英-高岭土带；ⓒ石英-高岭土-冰长石带（图30）。

卡拉姆肯矿床的脉石矿物有石英（50—98%）、冰长石（<25%）以及碳酸盐和水云母。金属矿物主要是黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、白铁矿、银黝铜矿、砷黝铜矿、硫黄锡矿、硒化物、银的硫酸盐矿物、深红银矿、辉锑银矿、硫锑铜银矿、硫砷银矿、银黄铁矿、银金矿、金银矿和自然银。

该矿床特点是粘土质矿物广泛发育，晚期的含矿组合中出现锑和锡的硫酸盐矿物，并具细条带状和胶状构造。

矿石中金呈次显微粒（0.008—0.02mm）状、不规则粒状、片状出现。金的颜色由浅黄色（成色500以下）至黄色（成色为550—600）。除金外还有银金矿和自然银等，围岩蚀变有硅化、黄铁矿化和碳酸盐化。

三、贝加尔金矿化带（XⅢ-3）

该区包括后贝加尔和贝加尔山区2个金矿化集中区。

（一）贝加尔山区金矿化集中区（XⅢ-3-1）

北部以勒拿河上、中游为界，其东与阿尔丹地盾接壤，其南大致以乌兰-乌德一线为界，为元古代—早古生代发育的多旋回地槽区。金的成矿作用出现于晚元古代构造旋回，在玛姆-博代博坳陷充填有中元古界复理石及黑色页岩系沉积，伴随有变质热液型金矿化，如博代博金矿床。该矿床属金-石英脉状-网脉状，局部为石英-硫化物细脉浸染型矿床。一般为金-少硫化物（<5%），其中以黄铁矿、毒砂为主，自然金呈粒状，成色高，分布极不均匀。区域上此种少硫化物金-石英脉状矿床多赋存于富含碳的硅质粉砂岩、黑色页岩中，矿化集中于向斜下沉最深部位或背斜之轴部，可形成大型岩金矿床，其附近常伴随有砂金矿床形成。

在加里东期（Pz_1）有玛姆-奥伦及上维季姆黑云花岗岩、碱性正长岩杂岩体贯入，并伴随有岩浆热液型金矿床形成。

（二）后贝加尔金矿化集中区（XⅢ-3-2）

该区包括后贝加尔东西部及滨贝加尔一部分，为多旋回发育的复杂构造区[31]，自西北至东南依次由老到新划分为4个时期的褶皱区：（1）贝加尔褶皱带（哈马尔-达斑带），广泛发育有元古代变质岩系及前寒武纪花岗岩类，未见有明显的金矿化；（2）加里东褶皱区（奇卡-因果达-石勒喀），主要分布在后贝加尔西部，区域分布有寒武—奥陶纪火山-沉积岩，并为晚期花岗岩、超基性岩体所穿切；（3）华力西褶皱区，位于后贝加尔中部和东部，区域发育有泥盆系—下石炭统复理石及火山-沉积岩系，并为晚古生代花岗岩类所穿切；（4）中生代基底褶皱带，分布于后贝加尔东部（石勒喀-额尔古纳河流域），中生代褶皱构造叠加于古构造之上[30]。C·C·斯米尔诺夫认为：后贝加尔地区金成矿作用是晚侏罗世以后形成的，金矿化与启莫里晚期的花岗岩类、石英闪长岩、花岗斑岩侵入体有关。B·C·科尔米里岑将该区划分为5个成矿带（自北西-南东）：（1）稀有金属成矿带；（2）金-钼成矿带，在安山岩、花岗闪长岩多相侵入体中出现有热液型金-砷建造类型矿床，区域并伴随有钼矿化；（3）铅-锌成矿带；（4）萤石成矿带；（5）锑-汞-钨-金成矿带。后贝加尔主要发育有低温热液型金矿床，一般远离岩浆源，代表性矿床有巴列依、塔谢耶夫等，

成因上与早白垩世早期的流纹岩有关，此种类型矿床多发育在深断裂带附近，伴随有多期岩浆热液活动。以中后贝加尔达乌尔金矿带为例[48]，该金矿带位于中生代构造-岩浆活化区，见有：①金-石英-硫化物脉状矿化；②金-绢云母-硫化物浸染或石英细脉型矿化；③金-似玉髓-石英脉、细脉型矿化；④金-钠长石-石英交代岩型矿化[32]。在空间上具有水平分带性特点，形成时代属启莫里期，即地槽期后构造-岩浆活化作用（J_2—J_3）的产物，成因上与褶皱末期拱形地块复杂的火山-深成岩建造（碱性玄武岩类岩浆作用的产物）有关。

典型矿床有：

1．巴列依金矿田[39,43]

该矿田属东后贝加尔金-钼成矿带，包括北部的巴列依金矿床，南部的塔谢耶夫金矿床，属于晚中生代活化的华力西褶皱区。它位于早白垩世巴列依地堑中（图31、32），该地堑位于2条构造破碎带（一条为北东向，另一条为北西向）相交汇处。地堑的基底是古生代花岗岩类岩石。在矿田的南部和西部，花岗岩类岩石之上为晚侏罗世火山岩（玢岩及其凝灰岩）。后者被闪长玢岩小侵入体和岩墙切穿。

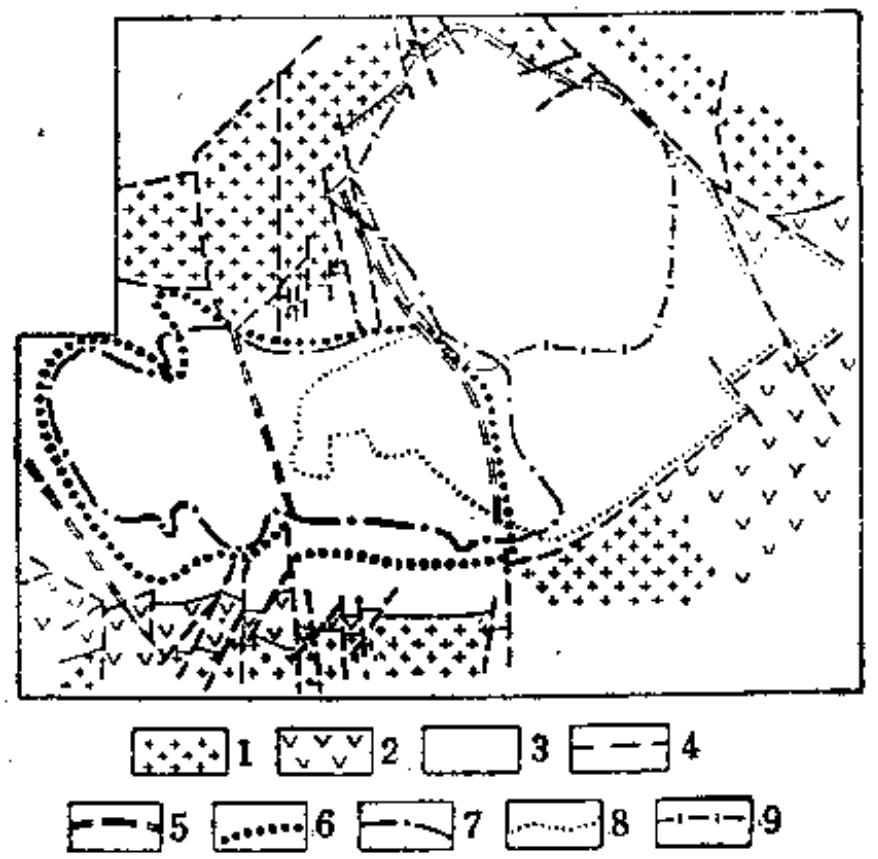


图 31　巴列依金矿床的地堑构造示意图

（据B·霍米奇等）

Fig. 31　Sketch showing fault trough structure of Balei gold deposit

1—古生代花岗岩；2—晚侏罗世喷发岩；3—早白垩世陆相沉积；4—断裂；5—凹地基底中的主要横向断裂的大致位置；6—早白垩世下部砾岩分布的边界；7—断块分布边界；8—成矿后形成的岩系的可能分布边界；9—早白垩世砾岩分布边界

巴列依地堑为厚度达650m的早白垩世陆源沉积所充填。在矿田范围内可分为2个亚组：下部台尔根亚组，主要为砾岩；上部巴列依亚组为砂-砾岩。上部有2个标志层——石英砾岩，厚度分别为30—100m和20—30m。靠近上部的标志层顶板发育有次生石英岩，为金矿化的上界。金矿化与早白垩世火山岩有关，形成近地表金-石英-玉髓-冰长石细脉。

矿脉主要由条带状、玉髓状石英组成。石英有数个世代，但大多数呈玉髓状出现，具

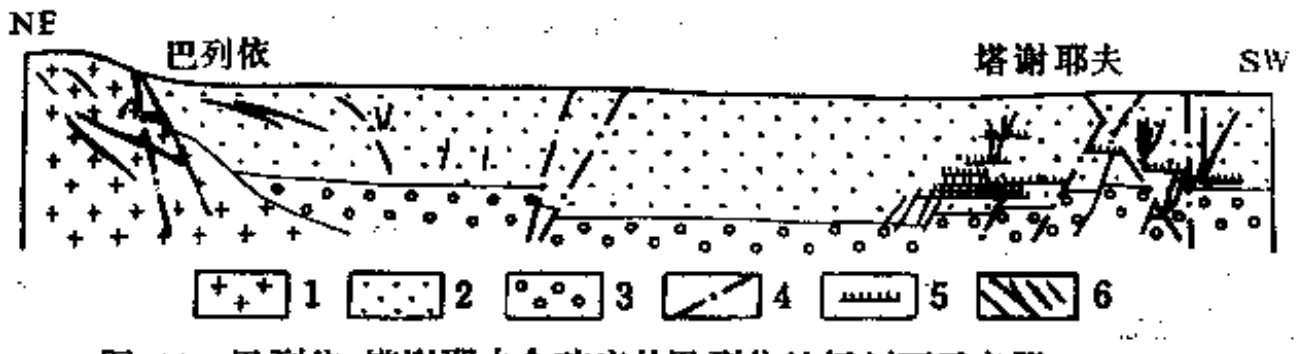


图 32　巴列依-塔谢耶夫金矿床的巴列依地堑剖面示意图

（据B·洛佐夫）

Fig. 32　Section showing Balei fault trough of Balei-Taseev gold deposits

1—翁津花岗岩（华力西期）；2—巴列依亚组（K_1^{2-3}）沉积岩；3—台尔根亚组（K_1^1）；4—陡倾斜断裂；5—缓倾斜断裂；6—含金石英脉

条带状、胶状构造，有时也呈假像交代碳酸盐的片状石英出现。除石英外，还有冰长石、高岭石和薄片状碳酸盐。硫化物含量甚微（0.5%以下），其中有黄铁矿、毒砂、黄铜矿。在富含金的地段，黝铜矿和银的硫酸盐矿物具有重要意义。硫锑银矿是金的常见伴生矿物，也是巴列依型矿石的标型矿物。

巴列依矿床所见自然金大多呈绿黄色细粒分散状产出；偶而亦见黄色大颗粒（0.2—0.5mm），其特点是银含量较高（20—30%），而且经常混有锑、汞、硒和碲，金的成色为650—750。

在巴列依矿床中广泛出现多期热液蚀变现象。最早期的热液蚀变是绢云母化和高岭土化。在邻近脉系交汇处和脉系狭窄的部位中交代硅化作用明显，较晚期的蚀变为细脉状硅化、冰长石化、黄铁矿化，晚期的高岭土化和碳酸盐化与成矿作用直接有关。冰长石化出现在含金最富的矿体中。

气液包裹体研究表明，巴列依金矿床形成于中温（150—270°）和低压（30—40）×101325Pa条件。金矿形成深度为150—200m。

2．达拉松矿床[33,39]

该矿床位于东后贝加尔金-钼成矿带。区域主要分布有古生代花岗岩岩体，由于本区长期上升的结果，遭受了强烈剥蚀。

构成达拉松矿区的有早古生代辉长岩类和角闪岩类，中古生代的花岗闪长岩，晚古生代到早中生代的淡色花岗岩和正长岩，中、晚侏罗世微晶辉长岩、辉长玢岩、辉绿岩和闪斜煌斑岩在内的暗色岩墙组合及斜长花岗斑岩、花岗斑岩、花岗闪长斑岩、正长斑岩和石英闪长玢岩的斜长花岗斑岩组合（图33）。

该区广泛分布有北东、北西和近南北向断裂，金矿床产出于上述断裂交汇处。

含金矿脉主要为石英-硫化物脉，大多数均产于变质辉长岩类及花岗闪长岩侵入杂岩体的内接触带。分布最广、具有工业意义的矿脉走向为北东或近东西，在个别地段为北西，倾角陡。矿脉厚度不大（数十厘米），延伸长。

脉石矿物有石英（数个世代）、碳酸盐（方解石、铁白云石、菱铁矿、白云石、霞石等）、电气石、绿泥石、磷灰石、石膏、硬石膏、白云母、重晶石、萤石、石棉、沸石；金属矿物有黄铁矿、毒砂、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黝铜矿、车轮矿、磁黄铁矿、白铁矿、辉锑矿、铅硫锑化物、自然铋、辉铋矿、铅硫铋化物及各种锑化物、碲银矿、针碲金矿、叶碲矿、碲金银矿、碲铅矿、自然金、银金矿、方黄铜矿、脆硫锑铜矿、自然银、黑钨矿、钛铁矿、磁铁矿等。

矿化阶段可划分为：（1）石英-电气石阶段；（2）石英-黄铁矿阶段；（3）黄铁矿-毒砂阶段，可能有部分分散金伴生；（4）方铅矿-闪锌矿阶段；（5）磁黄铁矿-黝铜矿-黄铜矿阶段，析出有铋的碲化物（银、金）、银金矿、自然银和其它矿物；（6）石英-硫辉锑矿阶段；（7）碳酸盐阶段。

岩石的热液蚀变有酸性岩石的黄铁细晶岩化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化和黄铁矿化，基性岩的滑石菱镁片岩和局部不同成分岩石的电气石化。

矿物组合呈同心环带状分布在斜长花岗斑岩及与其有关的喷发角砾岩筒状体周围。在紧靠斜长花岗斑岩体附近发育有最早期含金低的矿物组合：石英-电气石和石英-黄铁矿组合。在远离斜长花岗斑岩体的部位分布有黄铁矿-毒砂矿脉。方铅矿-闪锌矿组合、黝铜

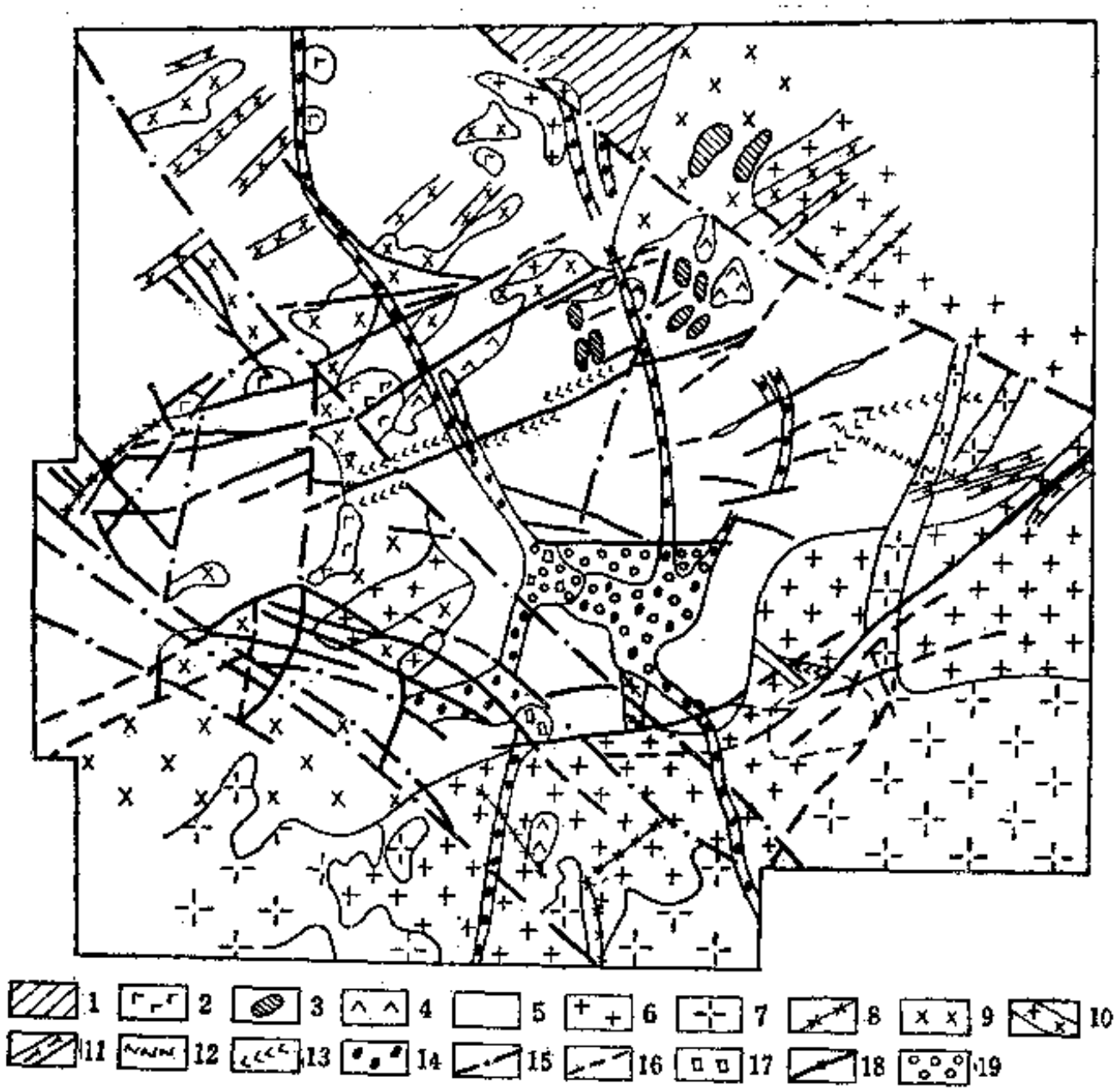


图 33　达拉松矿田地质图

（据Д·季莫费耶夫）

Fig. 33　Geological map of Durasun gold orefield

老变质辉长岩类和角闪岩组合：1—角闪岩、角岩、角闪岩化辉绿岩及其花岗岩化、长石化岩和花岗岩岩浆侵入体；2—辉石-角闪辉石、辉长-辉绿岩及其长石化岩石；3—角闪岩和角岩的捕虏体、花岗闪长岩侵入杂岩；4—混杂的辉长-闪长岩、辉长-角闪石岩；5—含有角闪岩捕虏体的石英闪长岩和闪长岩；6—花岗闪长岩、斑状花岗岩、淡色花岗质侵入杂岩；7—淡色花岗岩；8—细晶花岗岩及其混杂岩类、花岗细晶岩、细晶伟晶岩；9—石英-正长岩、花岗正长岩、微斜条纹长石花岗岩；10—花岗正长-细晶岩和正长细晶岩、花岗正长斑岩。暗色岩墙组合：11—闪长煌斑岩；12—辉绿岩、辉绿玢岩；13—伟晶辉长岩和辉长玢岩。斜长花岗斑岩小侵入体和岩墙组合：14—斜长花岗斑岩、花岗斑岩和花岗闪长斑岩、石英闪长斑岩。构造要素：15—片理化带和逆断层（逆掩断层）型及平移-逆断层型的破碎带；16—剪切容矿裂隙和平移断层以及平移-逆断层型为主的断裂破碎带；17—气体爆发角砾岩地段。成矿和热液变质作用：18—石英-硫化物（含金）脉，伴有黄铁细晶岩化或滑石菱镁片岩化；19—强烈黄铁细晶岩化（绢云母化和局部碳酸盐化）及硅化、角砾岩化，或裂隙岩石中的浸染状和细脉状矿化广泛发育的地段

矿-黄铜矿组合和硫辉锑矿组合分布在比毒砂组合离中心更近的同心带上，叠加于所有以前形成的矿物组合之上。这种同心环带性为铅、砷分布的等值线所证实（图34）。

3．克留切夫矿床[43]

该矿床位于东后贝加尔金-钼带的背斜隆起区，属金-石英-硫化物建造矿床。

矿区由中生代花岗岩和晚启莫里旋回的小侵入体构成。南部与古生代片麻岩化的花岗岩相毗连。中生代花岗岩为阿玛南杂岩的粗粒黑云母斑状花岗岩、花岗闪长岩及淡色花岗岩。

矿区内广泛发育有晚启莫里期阿穆德日卡诺-斯列廷的小侵入杂岩体，包括花岗闪长斑岩、石英闪长玢岩、闪长玢岩、花岗斑岩、暗色花岗斑岩、细晶岩Ⅰ、Ⅱ等。在成因

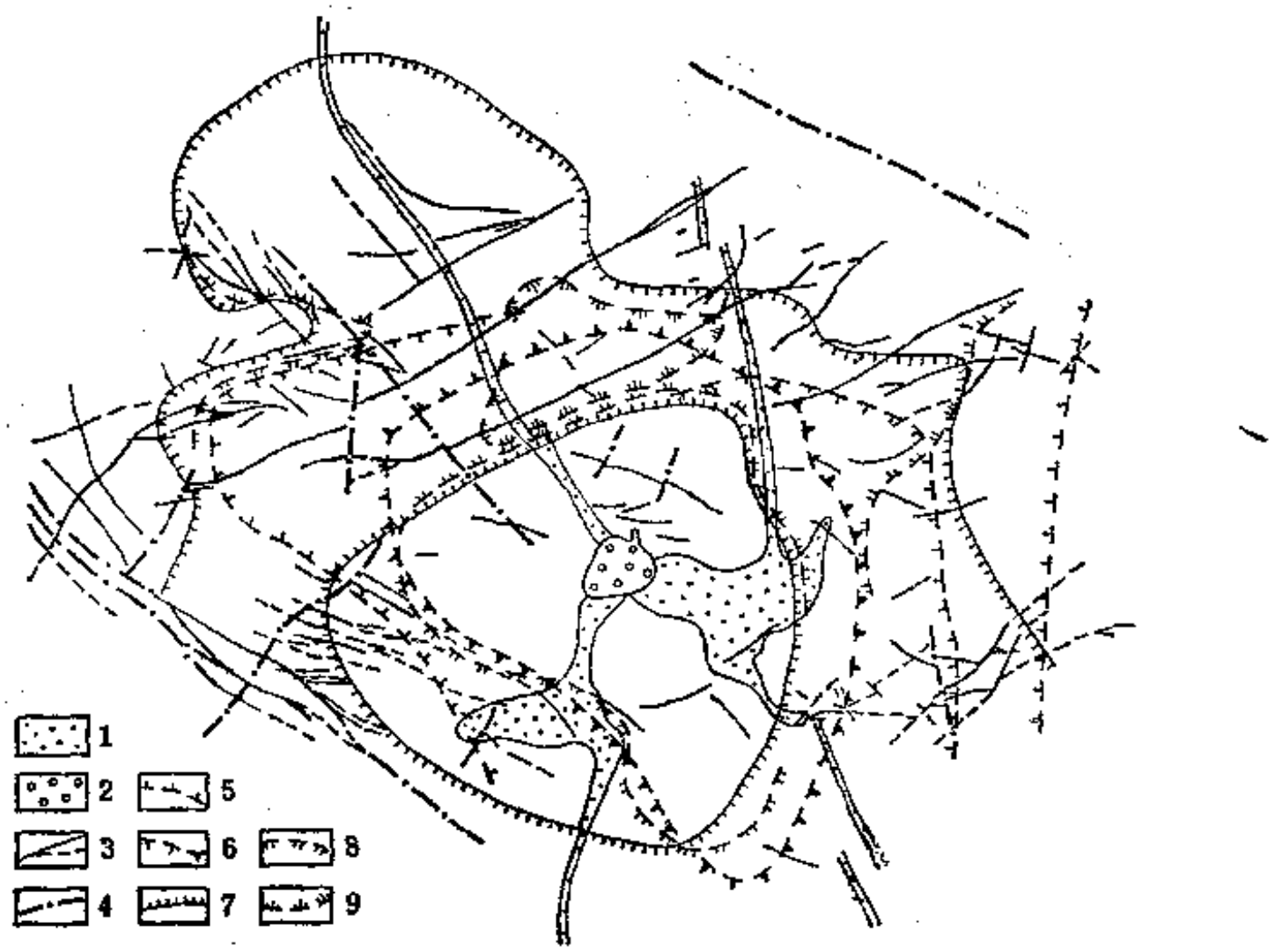


图 34　达拉松矿区矿物组合同心带状分布图

(据Д·季莫费耶夫)

Fig. 34　Concentric distribution of mineral association zonation of Darasun orefield

1—斜长花岗斑岩；2—爆发角砾岩；3—含金石英硫化物脉；4—断裂。矿物组合分布轮廓：5—石英—电气石组合；6—黄铁矿-毒砂组合；7—方铅矿-闪锌矿组合；8—车轮矿-黝铜矿-黄铜矿组合；9—硫辉锑矿组合。轮廓线上的短线所指代表矿物组合的发展方向

上，金矿化与该小侵入体杂岩密切相关。

克留切夫矿床是一个明显的裂隙断块，南界是东西向主断裂，西界是最长的北西向断裂，东界和北界由于控矿裂隙和矿化作用逐渐衰弱而不明显，其内部构造取决于个别脉体和脉带与网脉复合。

金矿化受构造裂隙、断裂控制明显，产于石英-电气石网脉及巨大脉体所穿切的巨厚的电气石化的蚀变带。巨大脉体沿矿化带延伸，而较小的细脉形成网脉，并发育有细脉浸染矿化（图35）。

石英-电气石含金脉和含金带主要分布在北西向羽状裂隙中。当接近主断裂时，电气石化加剧，出现不同方向的石英-电气石脉体和细脉，形成网脉构造地段。面积最大和矿化最富的网脉位于最西部的北西向断裂与东西向主断裂的交汇处。

克留切夫矿床金矿体广泛发育有角砾结构，而且具有多次角砾岩化特征，主要是花岗岩和少量脉石英未分选的角砾碎屑，为黑色石英-电气石集合体所胶结。再次发生角砾岩化时该集合体又成碎屑，并为更晚期的矿物组合所胶结，可能是火山活动条件下气体多次爆发的产物。

主要矿物有黄铁矿、黄铜矿、毒砂及少量的银黝铜矿、赤铁矿、金红石、榍石、自然金、斜方硫砷铜矿、砷黝铜矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿、铋铅银铜矿、脆硫锑铜矿、黝铜矿、辉铋矿、自然铋、辉碲铋矿等。主要矿物组合为石英-电气石组合、石英-黄铁矿（早期

硫化物）组合、石英-多金属（晚期硫化物）组合和碳酸盐-玉髓组合等。主要含矿矿物组合为含分散金的早期黄铁矿组合和晚期含粗粒金的硫化物及梳状石英组合。

金细小，与硫化物密切相关。金粒在0.1—0.0001mm之间，以棱角状、不规则“团粒状”为最多，而且充填于黄铁矿和少量石英集合体颗粒之间。

4。卡里金矿田

该矿田位于后贝加尔地区东部，邻近额尔古纳河下游左岸，为本区典型的岩浆热液型金矿床。区内最老地层为下元古界深变质岩类，主要是黑云、角闪黑云片麻岩、角闪片麻岩和结晶片岩，夹少量含透辉石大理岩薄层（图36）。

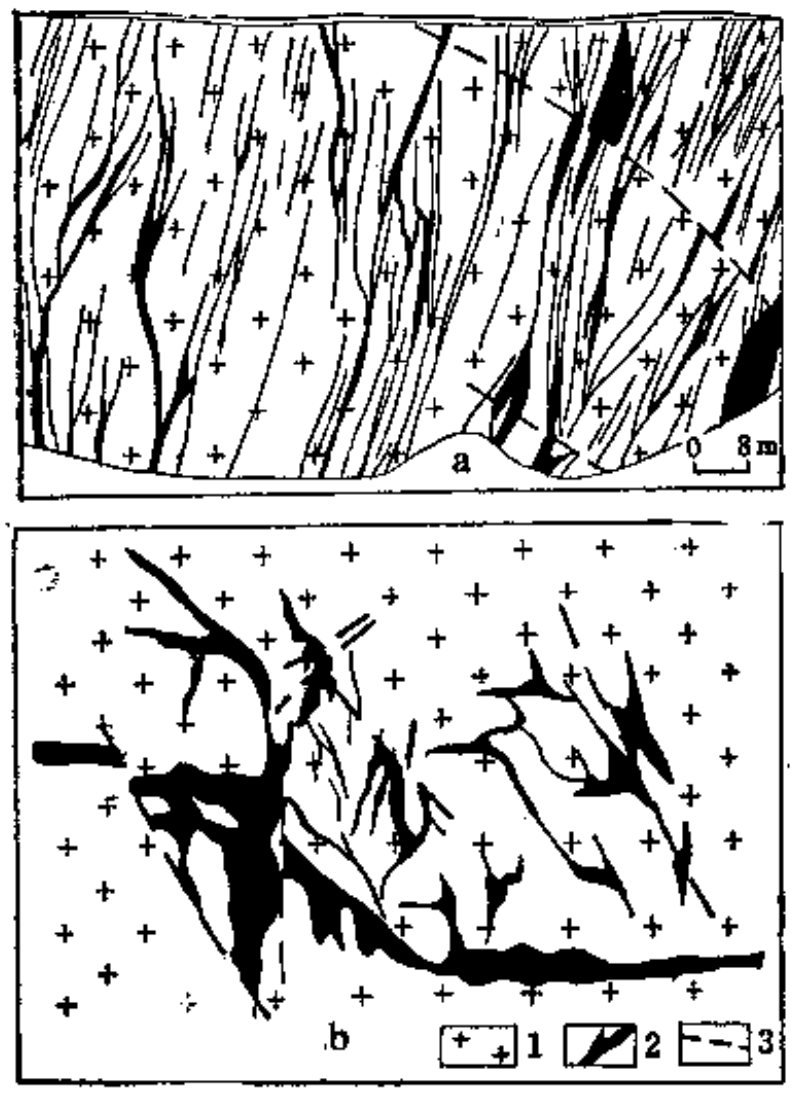


图 35 克留切夫金矿床露天采矿场地质草图

（据M·鲍洛达耶夫）

Fig. 35 Geological sketch of opencast working wall of Kliuchev gold deposit

a—北东向和北西向的石英-电气石脉；b—某石英-电气石脉发育地段的网状脉构造；1—花岗岩；2—石英-电气石脉；3—构造断裂

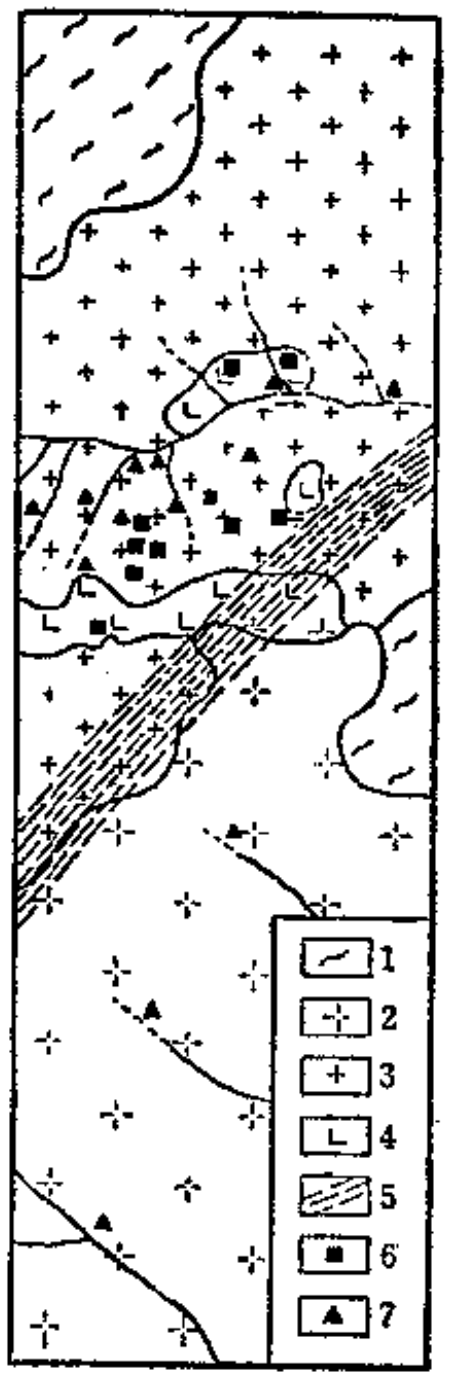


图 36 卡里含金磁铁矿分布区地质构造图

（据 В·Ф·莫连科资料）

Fig. 36 Geology and structure of auriferous magnetite region of Karii goldfield

1—下元古界贯入（混合岩化）片麻岩和结晶片岩夹少量薄层大理岩；2—启莫里期粗斑状花岗闪长岩和花岗岩；3—华力西期花岗岩和花岗闪长岩；4—华力西期闪长岩和辉长闪长岩；5—恰钦断裂；6—磁铁矿原生露头；7—磁铁矿转石发现处

侵入岩遍布全区，主要是华力西期浅色黑云母、二云母粗粒花岗岩和花岗闪长岩及粗-中粒黑云母角闪花岗闪长岩和闪长岩。南部见有启莫里期斑状和粗斑状角闪黑云母花岗闪长岩和花岗岩，夹黑云母角闪闪长岩及辉长闪长岩的捕虏体。上述花岗闪长岩或华力西

期花岗岩均为晚侏罗世岩墙所穿切。岩墙为闪长玢岩、石英闪长玢岩、花岗斑岩、煌斑岩和微晶闪长岩等。区内的恰钦断裂带属蒙古-鄂霍次克深断裂北支，控制着侵入体及有关金矿床的分布。

卡里金矿田[35](图37)包括诺文卡矿床、德米特里也夫矿床、阿穆尔岩墙等矿床。诺文卡矿床的矿体延伸很远，以北西向为主，偶为东西向，倾向北东，倾角40—70°，厚度变化大。单脉往往变成细脉浸染矿化带，较厚的脉带常常分叉形成网脉带，网脉带内的细脉方向不定，但含矿带总的来说保持线形。德米特里也夫矿床由脉和网脉带组成，其走向、长度和厚度各处不一。在北部地段和磁铁矿地段，脉的走向为北西向，倾向北东，倾角30—80°，有很多分支，厚度极不稳定；中央地段的矿体最厚，延伸最远，在较厚矿体的翼部有裂隙脉和网脉带。阿穆尔岩墙矿床的矿化表现为含阳起石和可见金的石英细脉（1.0—5.0mm），这些石英细脉从不同方向穿切石英闪长玢岩岩墙。

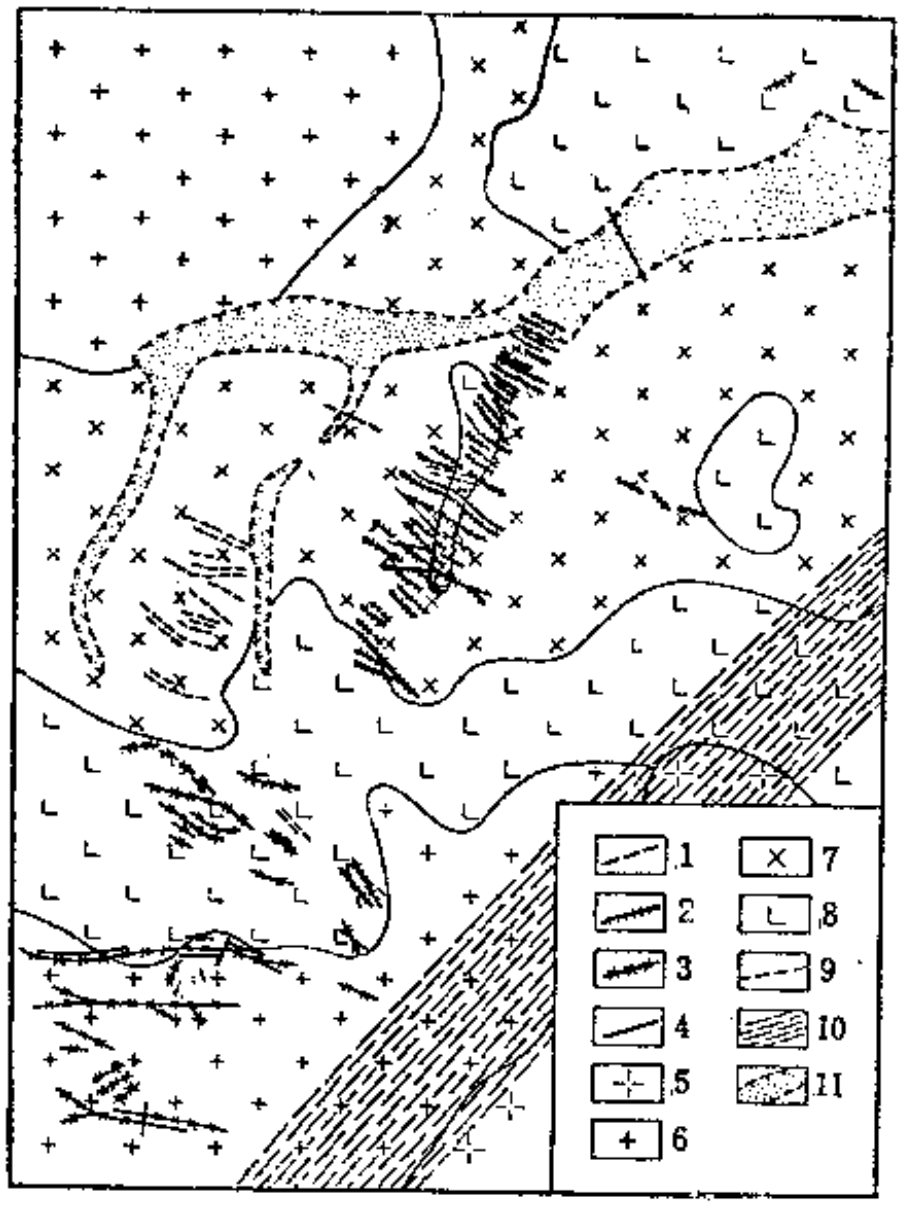


图 37　卡里金矿田地质略图

（据B·Ф·莫连科）

Fig. 37　Geological sketch of Karii goldfield

1—砷黄铁矿脉；2—磁铁矿脉；3—石英-电气石-黄铁矿脉；4—启莫里岩脉（科多依岩组）；5—启莫里花岗闪长岩和花岗岩（斯列钦岩组），6—华力西期花岗岩；7—华力西期花岗闪长岩；8—华力西期闪长岩和辉长岩-闪长岩；9—断裂破碎带；10—恰钦断裂；11—采空的砂金矿

按卡里金矿田各种矿床的矿石成分可分出3种含金类型：（1）石英-阳起石-磁铁矿类型；（2）石英-电气石-黄铁矿类型；（3）石英-毒砂类型。每一种类型均局限于成矿不同阶段形成的单脉内。石英-阳起石-磁铁矿类型主要见于诺文卡矿床和乌戈矿点；石英-电气石-黄铁矿类型主要见于德米特里也夫矿床的南部和中央矿段；石英-毒砂类型见于苏里菲德矿段。

（1）石英-阳起石-磁铁矿类型：矿脉的主要矿物是磁铁矿、赤铁矿、阳起石和石英，金与之共生。镜下见有辉铋矿、辉碲铋矿、黄铜矿、毒砂以及白铁矿、钛铁矿、黑钨矿、方铅矿、闪锌矿、自然铋、磁黄铁矿和辉铋矿等。脉石矿物主要为长石，见有少量的电气石、绿泥石、绿帘石、角闪石等。白钨矿相对较多。脉的个别区段有时几乎全是磁铁矿（80—90%），而石英和阳起石仅呈稀疏浸染状存在，有时沿走向可变为以阳起石为主，零散见有少量石英和磁铁矿。石英-阳起石-磁铁矿类型有下列3种矿物共生组合：含金的赤铁矿-磁铁矿-石英组合、金-石英-阳起石-磁铁矿组合（主要产金组合）和金-辉铋矿-辉碲铋矿组合（少见）。

（2）石英-电气石-黄铁矿类型：矿石的主要矿物是石英、电气石（黑电气石）和黄铁矿，偶见黄铜矿，有时出现辉钼矿、白铁矿、磁铁矿、方铅矿和少量闪锌矿。各条矿脉的脉石矿物和金属矿物的比例不同，而且自南向北呈规律性的变化。南部主要是黄铁矿和

黄铜矿，石英和电气石不多。在中部，硫化物和脉石矿物数量大致相等。而北部则主要是电气石。有些矿体的硫化物数量向中部增多，达30—40%。主要矿物共生组合有石英-电气石组合和电气石-石英-黄铁矿组合。

（3）石英-毒砂类型：有些脉和细脉的毒砂单矿物达60—70%。

以上3种类型虽都含金，但以石英-阳起石-磁铁矿类型为最多。金粒0.1—1.2mm至2.0—3.0mm，有圆形、棱角状、片状和不规则粒状。磁铁矿中的金往往形成很大颗粒，沿裂隙伸长，或者与辉铋矿和辉碲铋矿共同形成细脉。金一般充填于磁铁矿内的阳起石自形晶体之间。石英-电气石-黄铁矿类型中的金多呈细分散状进入细晶黄铁矿中。石英中有时见有游离金。石英-毒砂矿石的含金量较高，但存在形式不明。

卡里金矿田广泛发育的中等硫化物的石英-磁铁矿、石英-电气石、石英-毒砂建造的金矿石均产于华力西期花岗岩中，并与晚侏罗世侵入体有成因关系。

四、叶尼塞山脊金矿化带（XⅢ-4）

该区为西伯利亚地台褶皱边缘带，属贝加尔构造岩浆旋回的回返构造区。区域褶皱基底隆起，由元古代陆源碳酸盐沉积及塔塔尔-阿雅霍津杂岩体所构成。区域金的主要成矿期为元古代-加里东期，金矿带沿复背斜核部及其北东翼分布，容矿岩石为元古界碳酸盐-陆源复理石沉积，金矿化主要赋存于粘土质、粉砂质、碳质页岩、千枚岩及石英-绢云母-绿泥石片岩系中。按矿化特点，金矿床可划分为：

（一）金-少硫化物-石英脉型建造矿床

主要见于矿带之东、中部，一般多赋存于元古界含碳富硅的粉砂质沉积岩层中，按矿体形态分为：1．层状矿体，多呈透镜状整合地赋存于围岩中，具暗灰色交代石英岩之特点，弱含金；2．脉状石英矿体，脉体产状一般为斜交，呈雁行式排列带状出现；3．石英细脉或网脉带状矿体，一般细脉带多与片理化带整合出现，而网脉透镜体则多斜穿细脉带。金矿化具有后生成因特点，脉中金一般产出于裂隙、淋失空洞中，与片岩之接触带上金多附着于硫化物中，其大小很少达数毫米。成色一般高于920。

（二）含金交代岩建造矿床

多出现于矿带西部，产于容矿岩层之下、中部，金矿化主要集中于矿化晚期阶段（低温石英-绢云母及黄铁矿-碳酸盐组合阶段），最高富集于碳酸盐岩层或其接触带上。矿石具细粒结构，含硫化物（黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂）2—5%，自然金呈次显微粒状集中分布于斜交的石英细脉中，与毒砂密切相关，一般成色较高（900左右）。

（三）挤压带中的金-硫化物矿化建造

主要发育在矿带南部，金矿化分布主要受构造控制，如黑色页岩中片理化带，在大量黄铁矿重新分配的同时，伴随有自然金的析出，一般呈细微分散相出现，集中于晚期世代的黄铁矿毒砂中，自然金一般成色较低（<830）。

本区金矿化具有变成型热液成因特点，即在沉积-火山岩层成岩作用过程中开始了金的原始分散富集，在变质作用过程中进一步富集成矿。金质来源于沉积-火山岩系，一般含金丰度值为1—8ppb，在变质作用过程中，自含碳岩层（黑色页岩、片岩）中析出的金一般在7t/km³、硫130Mt/km³左右，其数量足以形成金-硫化物矿床。一般此种变质含金热液多在背斜轴部减压区集中淀出。此外，上述金矿化作用多集中于绿片岩相变质带中，其原

因是：1．热动力学条件有利于热液交代和矿化作用；2．在绿片岩相中H_2O、HCO_3^-、S^{2-}、Cl^-等挥发组分的蒸馏富集作用；3．与高温变质带相比，自绿片岩相围岩析出的矿化组分进入到矿化溶液的速度要低。区域典型矿床实例：

苏维埃金矿床[43]（图38）：该矿床位于叶尼塞山脊区复背斜之东北翼，属变质热液型金矿床，中型。区域主要由下、中元古界陆源沉积和上元古界碳酸盐沉积所构成，其中并有辉绿岩岩墙贯入。矿区主要分布有上元古界乌捷列组含碳千枚岩，矿体产于巨厚的纵向强烈片理化带和小褶皱复杂化带中，矿化带厚数米至数十米，延伸达数公里，并受逆断层性质的大断裂所控制。金矿化集中于羽状裂隙带中。含金花岗岩出露在矿床外围15km处。含金矿脉的形态、变化取决于各阶段片理化强度，矿脉主要集中于绿泥石-绢云母化带中（图39、40）。矿体主要由块状石英、硫化物(5%)、碳酸盐、钠长石、绢云母、绿泥石等组成。硫化物以黄铁矿、毒砂、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、白铁矿为主；贵金属矿物有自然金、碲金矿、自然银、银黝铜矿等。自然金一般为次显微粒级，肉眼较难发现（<0.01mm），成色>850，在贫硫化物组合中成色较高（900）。矿石的形成具有长期、多阶段作用特点。

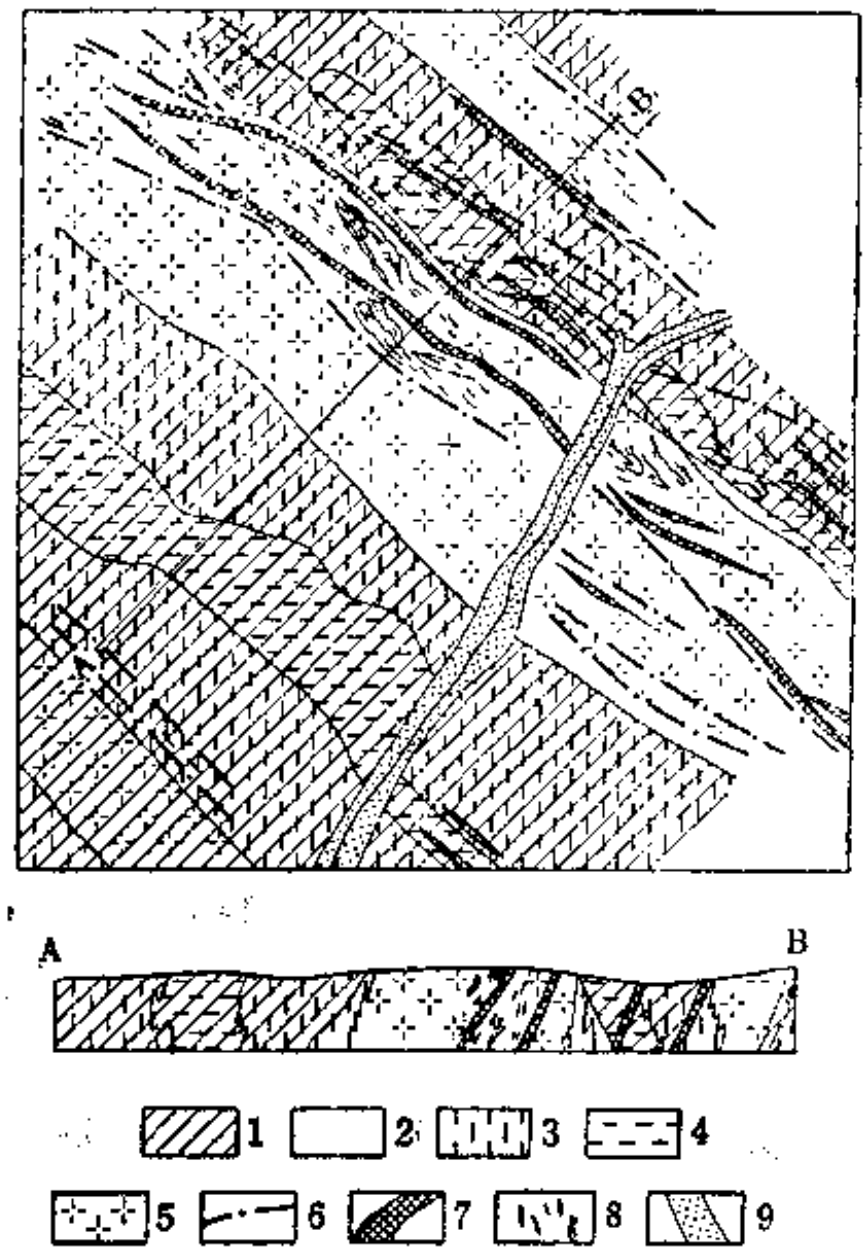


图 38 苏维埃矿区地质略图

（据П·别伦什梅恩，1978）

Fig. 38 Geological sketch of Sovietskoe ore area

乌捷列组的岩层：1—含碳量低的单一千枚岩；2—含碳量高的单一千枚岩。千枚岩的类型：3—绿泥石为主；4—绢云母为主；5—绿泥石和绢云母发育均等。6—岩石破碎带；7—与热液作用有关的局部绿泥石化和绢云母化分布带；8—含金石英脉；9—含金冲积层

五、阿尔泰-萨彦岭金矿化带（XⅢ-5）

该区为西伯利亚重要的金矿化区之一，区域构造复杂，金矿化具有长期性发育特点。自西向东主要有：矿山阿尔泰、山区阿尔泰、库兹涅茨-阿拉套、西萨彦岭、东萨彦岭及唐努-奥拉等山系及一系列山间盆地（图41）。该褶皱系始于晚元古代-寒武纪，至晚华力西期完全结束。区域中部以加里东褶皱构造带为主，成矿作用亦以加里东期为主。其北东、南东部见有前寒武系构造及叠加于其上的加里东成矿作用；西南部为加里东褶皱系；山间盆地中则发育有华力西褶皱构造。

阿尔泰-萨彦岭褶皱带的形成和金矿化作用过程中，深断裂构造具有重要影响，即沿深断裂带、构造-建造带之界面经常有巨厚达数千米的火山岩层（细碧角斑岩-辉绿岩建造）分布。本区金的成矿作用以加里东期为主，分布极不均匀，大多数金矿床（点）产于前寒武纪地槽型火山-沉积岩系（片岩或碳酸盐系）与不同时代杂岩体之接触带上，如库

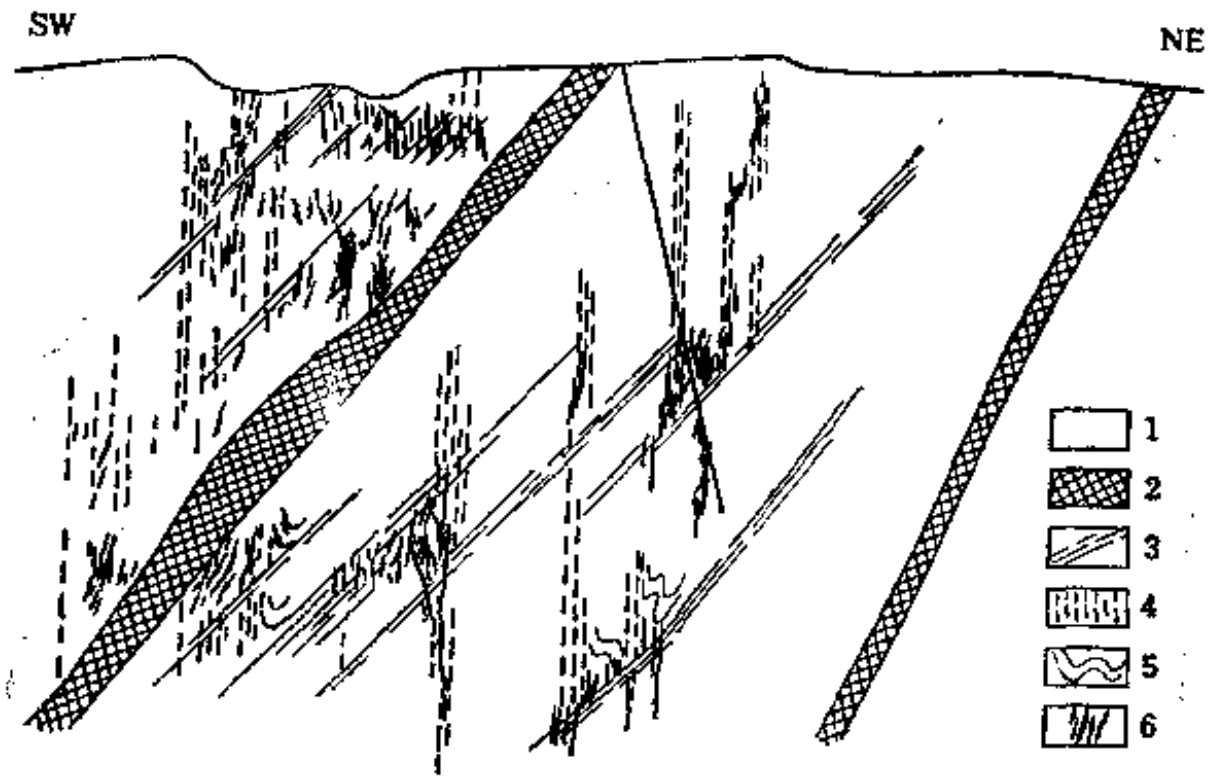


图 39　苏维埃金矿床石英脉带与片理化带相互关系剖面图

（据Л·别伦什梅思）

Fig. 39　Vertical section between quartz vein zone and schistosity zone of Sovietskoe gold deposit

1—千枚岩；2—破碎带；3—剪切斜裂隙；4—强烈片理化带；5—拖褶皱发育带；6—石英脉带

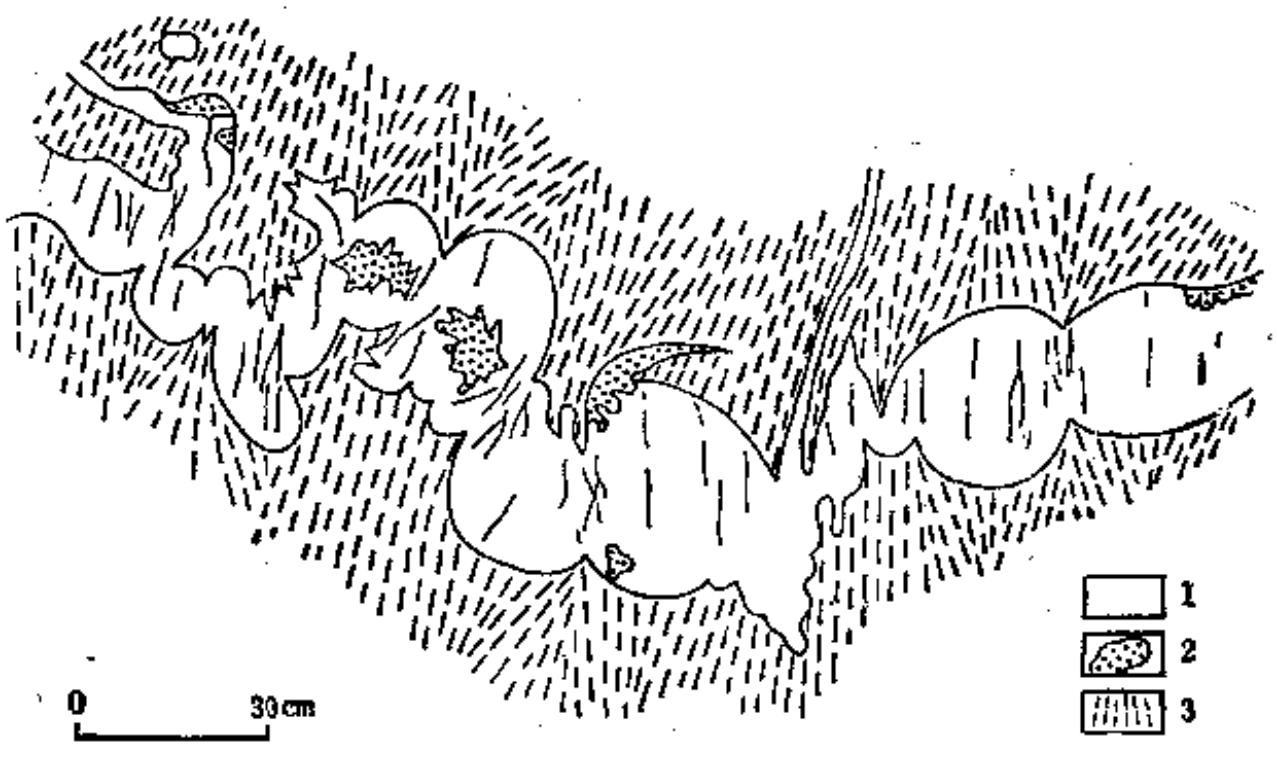


图 40　苏维埃金矿床不规则脉体素描图

（据Н·彼德罗夫斯卡娅）

Fig. 40　Sketch showing irregular veins of Sovietskoe gold deposit

1—石英；2—黄铁矿；3—千枚岩

兹涅茨-阿拉套地区金矿床主要赋存于寒武纪（少量为泥盆纪）基性火山-片岩系沉积岩层中（图42）；又如，西萨彦岭金矿床主要产于早寒武世含碳火山-沉积岩层中[47]（图43）。上述含金矿化岩层的含金丰度值一般在6ppb左右，同时，明显地受西萨彦岭深断裂之控制。类似的金矿床在东萨彦岭有奥尔霍夫、奇比热克、库瓦等，在土瓦地区有上阿尔梅利等矿床。

奥尔霍夫金矿床（图44、45、46）：该矿床位于东萨彦岭复背斜和米努辛台向斜的连接处。矿区分布有：早寒武世奇比热克组碳酸盐类沉积，包括灰岩、白云岩、硅质页岩、

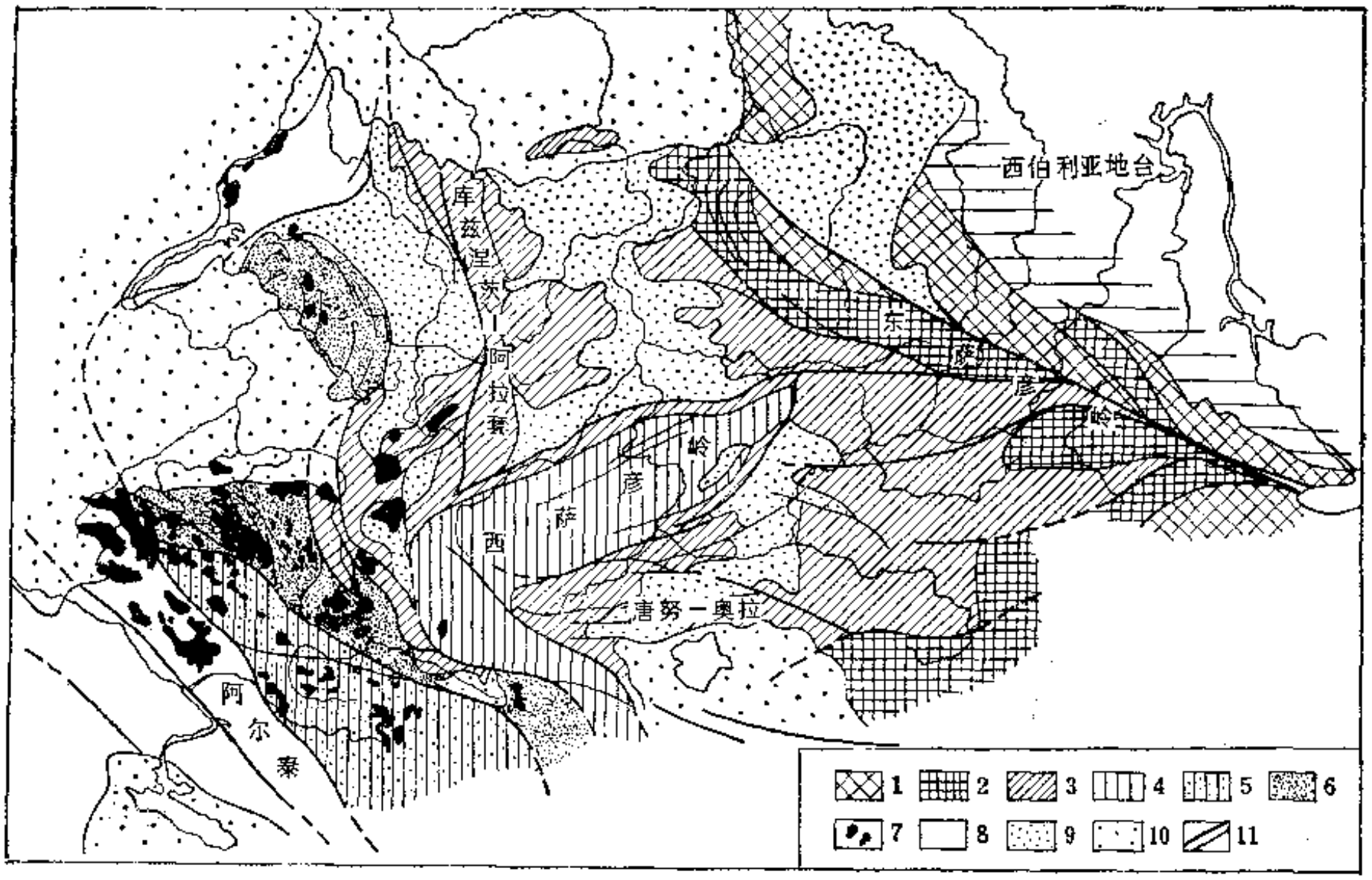


图 41　阿尔泰-萨彦岭褶皱区构造-成矿略图

（按B·A·库兹涅佐夫）

Fig. 41　Tectonic-metallogenesis sketch map of Altay-Sajany fold region

1—西伯利亚地台基底边缘隆起区（太古代片麻岩、花岗侵入岩、含云母伟晶岩）；2—元古代褶皱区（贝加尔期）变质片岩、震旦纪陆源-碳酸盐沉积，并有前寒武纪花岗岩及叠加于其上的加里东、华力西侵入岩，含Fe、Mo、Au矿化；3—寒武纪褶皱带（萨拉依尔），主要是早寒武世、震旦纪喷出-沉积岩、碳酸盐系，超基性辉长岩、斜长花岗岩、花岗岩杂岩体及与之相关的Au、Fe、Ti、Cu、Ni、Cr石棉矿化；4—加里东褶皱带（主要是寒武—奥陶纪）复理石沉积，林造花岗岩侵入体与之相关的W-Mo矿化；5—加里东—华力西褶皱带（主要是寒武—奥陶纪）复理石沉积，塔康花岗岩体，泥盆纪喷出-沉积岩系，华力西辉长岩—花岗岩类；6—阿努依-楚依加里东—华力西带（寒武纪—奥陶纪、志留纪）陆源-碳酸盐建造、泥盆纪喷出-沉积建造及华力西花岗杂岩体，含W、Mo、多金属矿化；7-华力西花岗杂岩体；8—斋桑华力西褶皱系；9—华力西边缘凹陷；10—中—新生带凹陷；11—深断裂带

钙质页岩及凝灰质砂岩等；中寒武世奥西诺组砂质凝灰岩、粘土质页岩等。上述岩层受强烈挤压形成东西向褶皱带。奥陶纪有奥尔霍夫杂岩（包括花岗岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩及少量辉长-闪长岩，其边缘发育有偏基性岩，北部边缘产出有本区最具工业意义的矿体。近接触带部位，岩体成分由石英二长岩过渡为辉长岩或石英闪长岩。在空间上，矽卡岩型矿体与黄铁矿型矿体并存，而且主要由磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、碳酸盐、石英所组成。矿体沿张性断裂带分布。含金石英脉见于花岗岩体中。按季莫菲也夫的意见，该矿床矿石的形成有4个阶段，即1．磁黄铁矿阶段；2．石英-黄铁矿阶段；3．金-多金属矿物阶段；4．碳酸盐阶段。其中金-多金属矿物形成阶段伴随有金的大量析出，同时还有金、银的碲化物、铋化物和黝铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿形成。

阿尔泰地区金矿化建造可划分为：

（一）金-硫化物-石英脉型建造矿床

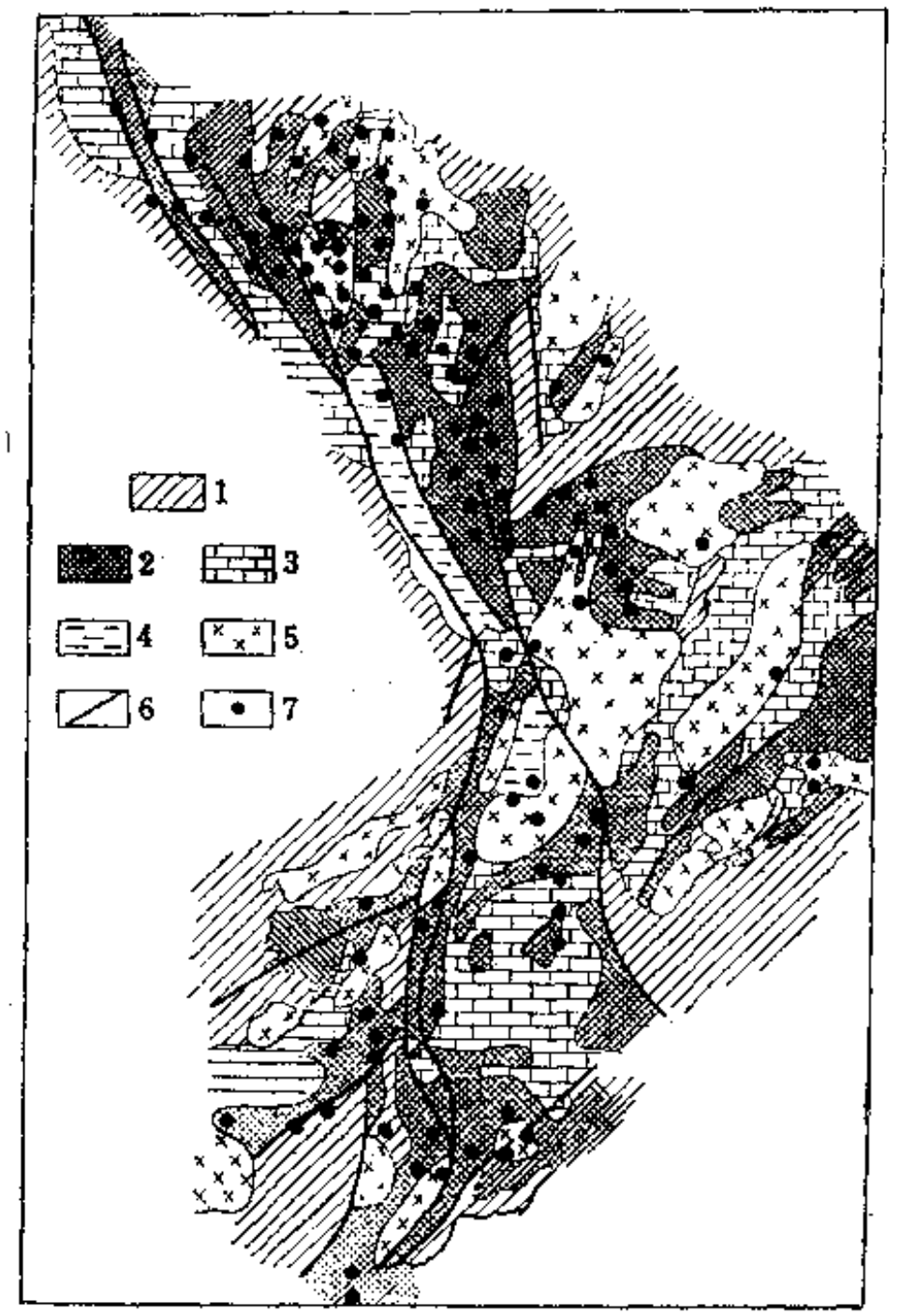


图 42　库兹涅茨-阿拉套地区金矿床地质略图

（据谢尔巴科夫，1962）

Fig. 42　Geological sketch with gold deposits of Kuznets-Alatau begion

1—以砂页岩为主的奥陶—泥盆系沉积；2—寒武系及泥盆系，以基性喷发岩为主的火山-页岩沉积；3—震旦系及寒武系碳酸盐沉积；4—前寒武系变质片岩、片麻岩；5—花岗岩类岩石；6—巨大断裂带；7—金矿床

金矿化主要集中于阿尔泰南部，产出于海西褶皱带下—中石炭统含碳陆源砂页岩层中，含硫化物中等（5—10%），以黄铁矿为主，平均含金0.52g/t。金矿化受区域性北西向断裂挤压带所控制，含矿岩层呈强烈线性褶皱，矿田矿床受近东西、南北向深断裂所控制，成因上与海西期中酸性—偏碱性花岗岩类侵入体有关。含金石英脉中，自然金与晚期世代石英密切相关，并常伴随有碲化物，金呈细小颗粒状、片状或树枝状出现。围岩蚀变以硅化、碳酸盐化为主。矿石矿物有黄铁矿、毒砂、辉锑矿、方铅矿、闪锌矿等。金质来源可能部分来自围岩，部分来自岩浆岩。

代表矿床有：麦梅尔、穆库尔等。

（二）含金滑石菱镁片岩型建造矿床

以南阿尔泰的乌拉里哈矿床为代表，该矿床位于卡利吉尔-库尔姆丘隆起，东邻额尔齐斯挤压带。含金石英脉赋存于滑石菱镁片岩中。原岩为早古生代辉绿岩、蛇纹岩、长石-阳起石片岩、碳酸盐-绿泥石片岩等。在滑石菱镁片岩化过程中，经常伴随有大量碳酸盐、

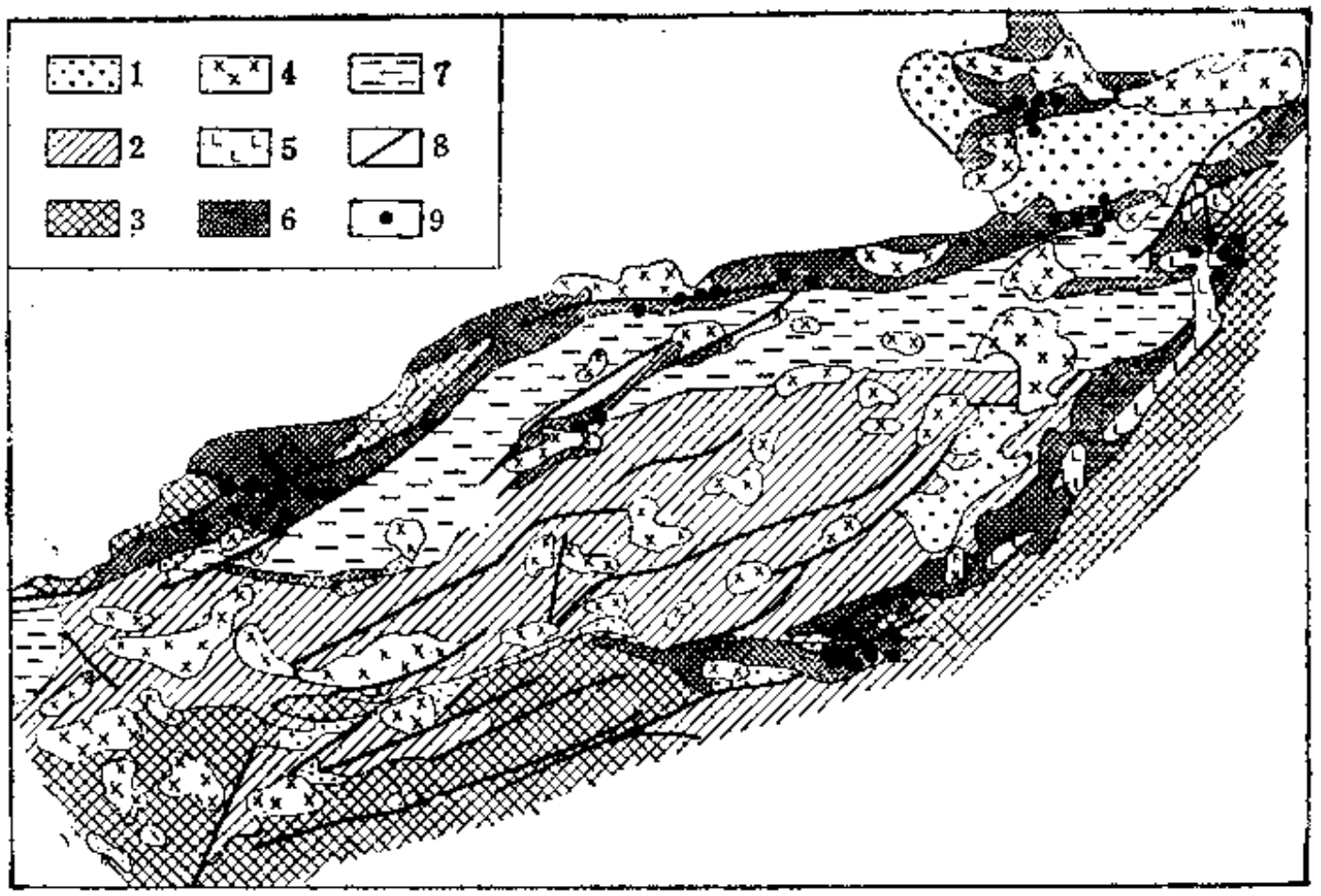


图 43　西萨彦岭地区含金矿床地质略图

（按谢尔巴科夫，1962）

Fig. 43　Geological sketch with gold deposits of west Sajany district

1—泥盆系砂页岩沉积；2—奥陶—志留系砂页岩沉积；3—中—上寒武统沉积岩层；4—花岗岩类岩石；5—辉长岩-超基性岩成分的侵入体；6—下寒武统火山-页岩沉积；7—前寒武系变质片岩；8—巨大断裂带；9—金矿床

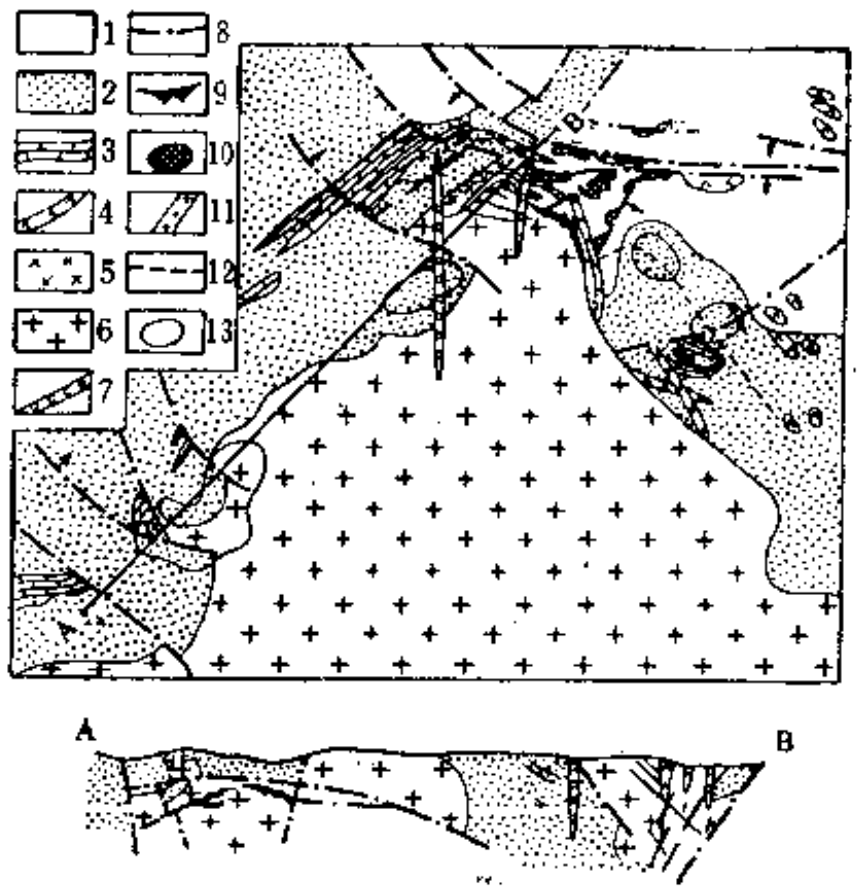


图 44　奥尔霍夫地区地质构造图

（据A·哈扎卡罗夫）

Fig. 44　Geology and structure of Orkhov district

1—奇比热克组灰岩和白云岩；2—奥西诺夫组角岩和角岩化岩石；3—奥西诺夫组层间灰岩夹层和透镜体；4—花岗岩前的基性和中性的古岩墙；5—角闪闪长岩；6—奥尔霍夫组花岗岩和花岗闪长岩；7—交错岩墙——石英玢岩和辉绿岩；8—断裂；9—硫化物矿体；10—氧化矿石；11—浸染矿石；12—隐伏的陡接触线；13—隐伏矿化区

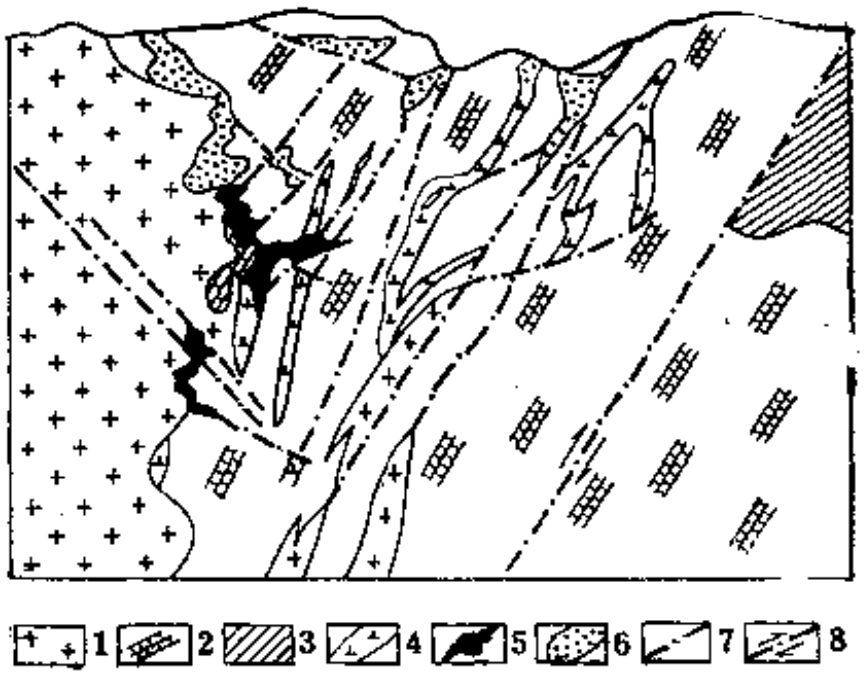


图 45　奥尔霍夫金矿床中部剖面示意图

（据A·哈扎卡罗夫）

Fig. 45　Sketch showing central part of Orkhov gold deposit

1—花岗岩和花岗闪长岩；2—灰岩和白云岩；3—角岩；4—古岩墙；5—硫化物矿体；6—氧化矿石；7—构造破碎带；8—位移方向

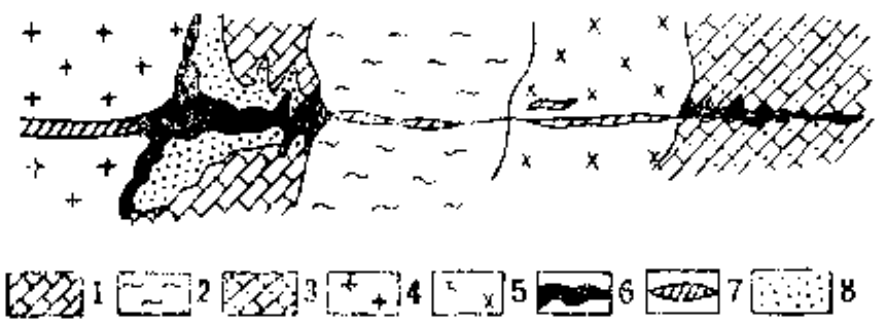


图 46　奥尔霍夫金矿床各种岩石中的矿体形态和成分变化示意图

（据A·哈扎卡罗夫）

Fig. 46　Sketch showing variation of orebody forms and compositions in various rock of Orkhov gold deposit

1—灰岩和白云岩；2—角岩和角岩化岩石；3—喷出岩-页岩中的弱硅化灰岩夹层；4—花岗岩；5—角闪闪长岩；6—硫化物矿体；7—石英脉和细脉；8—浸染矿石

滑石、绢云母、绿泥石、钠长石、硫化物形成，自然金主要浸染于硫化物中，但在滑石菱镁片岩中也有自然金零星分布。

（三）金-矽卡岩型建造矿床

以山区阿尔泰的欣尤信矿床[46]（图47）为代表，该矿床在成因上与加里东期萨拉阔克申中酸性花岗岩侵入体有关。含金的矽卡岩矿体产于斜长花岗岩与寒武系变质火山-沉积岩（砂岩、大理岩、喷出岩）之接触带上，在灰岩之外接触带形成有硅灰石矽卡岩；在闪长岩、斑岩之内接触带上形成石榴石-辉石（均为钙铝-钙铁系列）矽卡岩。含金硫化物矿化呈网脉状、浸染状出现。沿石英-硫化物矿脉（含铜、铅、钴、镍矿化），辉石为符山石所交代，其后绿帘石又交代了石榴石、符山石。在绿帘石中的金为热液活动的产物，并伴随有斑铜矿、辉铜矿、黄铁矿、黄铜矿等的生成。

含金矽卡岩型矿床在西伯利亚南部、中亚北部占有重要地位，此种类型矿床一般多赋存于含金丰度值较高的火山-沉积岩相建造中。根据B·B·扎宾等人的统计资料，阿尔泰和库兹涅茨-阿拉套地区750个矽卡岩岩体中有93处含有金矿化，金矿化与铜、铅、锌、



图 47　山区阿尔泰萨拉阔克申花岗岩体的地质构造略图

（按西伯利亚地质局全苏地质研究所资料，1965）

Fig. 47　Sketch map of structure of Gornyi Altay Sarakokshin granite massive

1—D_3火山岩沉积；2—D_2沉积岩；3—C_3—O复理石沉积；4—$\in_{1-2}$火山-页岩沉积；5—第一相混染辉长岩及闪长岩；6—第一相花岗岩类；7—第二相斜长花岗岩、花岗闪长岩；8—第三相黑云母花岗岩、黑云母-角闪石花岗岩、花岗斑岩、白岗岩及很少的花岗闪长岩；9—酸性岩墙；10—辉绿岩墙；11—矽卡岩；12—原生金矿床；13、14—矿化点及砂矿；15—断裂；16—取样点

铋的硫化物、碲化物一起出现于石英网脉带中，而且多沿破碎带发育。除上述萨拉阔克申花岗岩体含金矿化外，还有奥尔霍夫[33]、玛尔台根等含金矿化花岗岩体。

（四）含金黄铁矿型多金属、铜矿床

以季托夫、兹梅依诺戈尔斯克、列宁诺戈尔斯克等含金多金属矿床及卡尔奇金铜矿床为代表。自黄铁矿型伴生金矿床中，每年可生产黄金7—8t，故在阿尔泰地区占有一定地位。此种类型矿床之矿化围岩为中—晚泥盆世玄武-流纹岩系列，矿田、矿床受北西向或近东西向断裂控制。金与矿化晚期的黄铜矿、方铅矿、石英密切伴生，矿石中含金品位在0.6—1g/t之间，金呈自然金、银金矿、碲金矿出现于黄铁细晶岩中。此外，在矿体下盘

的细晶石英岩（硅化带）中，也见有自然金、银金矿出现，并经常伴随有黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、黝铜矿、方铅矿等。

此外，阿尔泰南端的南卡尔巴带，近年来发现有层控型含碳（石墨）金-硫化物建造矿床，矿化带赋存于下—中石炭统含碳砂页岩层或该层与超基性—酸性侵入岩之接触带上。

上述地区，第四纪河谷冲积型、坡积型、残积型砂金矿床分布十分普遍，如阿尔泰的穆库尔、巴克尔奇克等地。

六、扎尔玛-萨乌尔铜-金矿化带（XⅢ-6）

东北接阿尔泰成矿带，西南与成吉思-塔尔巴哈台成矿带相连，呈北西向延伸700km，平均宽度为80km，属斋桑-额尔齐斯海西褶皱系的一部分。本带前寒武系构造基底由玄武岩类超基性岩、科马提岩的变质岩所组成。加里东早期—海西期为优地槽阶段，广泛地出现有偏基性火山作用。

按地质构造和矿化分布特点可划分为：1．东北恰尔斯克（Ni-Co-TR-Au矿区）-曼拉克（Cu-多金属-稀有金属矿区）Cr-Ni-Hg-Au成矿亚带；2．轴部扎尔玛（W-Cu-Au矿区）-萨乌尔（Au-Cu-Mo矿区）Cu-Au成矿亚带；3．西南锡列克塔斯（Au-TR-稀有金属矿区）-萨尔萨赞（Au-Cu-Mo矿区）Cu-Au-TR-稀有金属成矿亚带。虽然本带原生金矿、砂金矿床分布广泛，但规模均不大。主要金矿建造有：1．石英脉建造，包括单一的金矿亚建造、钨-金矿亚建造、汞-金矿亚建造、金-银矿亚建造等；2．金-硫化物建造，包括金-硫化物-石英和金-硫化物等2个亚建造；3．含金石英岩建造，含Sn、Mo、As矿化；4．黄铁细晶岩和滑石菱镁片岩建造。

本带东南部曼拉克、萨乌尔、萨伊坎等金矿化区中主要发育有石英脉型、接触交代型及热液蚀变岩型金-硫化物矿化，如塔梅尔瑟克河与拉克津河的分水岭等地区含金石英脉矿体呈北西走向，规模不大。西北部扎尔玛地区仅见有数个小型矿床，如艾格尔扎尔、撒德克塔斯等，成因上与斜长花岗岩、正长闪长岩等小侵入体有关。有时含金石英脉亦出现于泥盆纪喷出岩中，围岩多硅化、碳酸盐化、绢云母化、黄铁矿化等，一般规模小、品位低。

七、成吉思-塔尔巴哈台金-铜矿化带（XⅢ-7）

东北接扎尔玛-萨乌尔矿化带，西南与乌斯晶及巴尔喀什矿化带相邻，长700km，平均宽100km，向东南延伸进入我国新疆境内塔城—托里一线。该带为中哈萨克斯坦加里东褶皱系东支，介于准噶尔-巴尔喀什和斋桑海西褶皱带之间，属复背斜构造，见有前寒武系、加里东、海西、启莫里-阿尔卑斯期构造层，其中以加里东、海西期2个构造层为主。本带金成矿作用主要集中于加里东早、中期，如成吉思东部的优地槽带-科斯库杜克矿带，金矿化（伴随有黄铁矿-闪锌矿矿化）主要赋存于文德—早寒武纪碳质-硅质火山岩带中，属变质热液型矿床。成因上与加里东中期的中酸性小侵入体有关的斑岩型矿床（如乌什巴林、别利苏等），多为石英脉型Au-Cu或Au-Cu-多金属矿化建造。

此外，含金石英脉型金矿化见于阿克巴斯套带，成因上与奥陶纪花岗闪长岩-闪长岩建造杂岩有关。中成吉斯带有扎萨尔、阿亚古斯矿田，成因上与加里东中—晚期及海西期

中酸性花岗岩类有关。阿布拉林矿带的迈布拉克矿田，在成因上与加里东期萨雷科利花岗岩类杂岩有关。

八、巴尔喀什金-铜-钼矿化带（XⅢ-8）

该区为古生代准噶尔-巴尔喀什褶皱系的一个断块，具有多旋回构造发育特点，但以海西期旋回地质建造和成矿作用具有重要意义。东北与成吉思-塔尔巴哈台带相邻，西接楚-伊犁成矿带，北与乌斯品成矿带相连。

在前寒武纪时期，仅在阿塔苏-莫耶特和克孜勒埃斯复背斜核部的片麻状花岗岩见有少量金矿化；加里东中期，在滨巴尔喀什湖北部地区发育有斜长花岗岩、闪长岩、花岗闪长岩小侵入体，伴随有少量金-铜矿化；海西期广泛地发育有安山-英安-流纹岩火山活动，金矿化与火山穹窿构造、火山口及次火山岩体有关。区域见有火山或火山-侵入岩热液交代型金-铜、金-多金属建造矿床，特别是海西中期的金-铜-多金属建造矿床多与托克劳、巴卡纳斯复向斜的火山构造成因的次火山岩侵入体有关。应当指出，哈萨克斯坦每年黄金产量占全苏的3%左右（约10t），其中很大一部分来自斑岩型铜矿床，如科翁拉德、博尔雷克等大型矿床，为世界十大斑岩铜矿区之一。其中次生石英岩型金-辉钼矿-黄铜矿-辉铜矿矿床有索库尔柯伊、萨雷奥巴等；泥岩型辉钼矿-黄铜矿矿床有科翁拉德、博尔雷克等矿床；石英-辉铜矿-黄铜矿型矿床有托洛盖、巴依等矿床；黄铁细晶岩-辉钼矿-黄铜矿型矿床有阿尔马雷克、科克塞尔等矿床。上述斑岩型铜或铜-钼矿床均含有伴生的金（一般含金0.2—0.5g/t）和银，其主要成矿时代为中—晚石炭世。空间上分布在巴尔喀什-伊犁带的晚古生代火山侵入岩带的边部，一般多产出于上升的地垒式断块中，明显地受基底断裂控制。成因上与造山晚期的花岗闪长斑岩、花岗岩、石英二长岩密切相关。此外，火山侵入岩带之基底岩石的成分对于矿化亦有一定的控制作用，一般此种类型铜矿床之基底多为碳酸盐-陆源沉积岩。如科翁拉德铜矿床之基底岩石为文德—寒武系的陆源沉积岩层。虽然本区单一金矿床发现不多，但是每年来自斑岩型铜矿床中之伴生金则占哈萨克斯坦全年产量的1/2左右。因此，该地区普查找矿工作中，尤其是金的普查找矿过程中应重视斑岩型矿床的检查工作。

九、准噶尔金矿化带（XⅢ-10）

该带呈弧形近东西向延伸，分布于成吉思-塔尔巴哈台带和北天山带之间，长450km，宽100km。自北向南又可划分为：1．北准噶尔复向斜，属准噶尔-巴尔喀什海西褶皱带的一部分；2．中准噶尔复背斜；3．博尔塔拉复向斜；4．南准噶尔复背斜；5．伊犁复向斜。上述1—5带均属加里东固结基底上的海西期构造单元，划归科克切塔夫-北天山加里东褶皱区准噶尔地块。

本区金矿化分布普遍，多为矿点或矿化点，而具有工业意义的矿床则为数甚少，主要集中于塔斯套和伊犁复向斜。金矿化建造类型有：1．金-石英建造；2．金-黄铁矿建造；3．砂金建造，其中以金-石英建造为主，主要产于泥盆—石炭系砂页岩层中（东北部）或赋存于下石炭统火山-沉积岩中。金-黄铁矿建造矿床一般仅为矿点或矿化点，多呈黄铁矿化的石英斑岩岩墙、泥质页岩或绢云母化片岩出现，金主要浸染于黄铁矿中。砂矿建造分布普遍，多为第四纪冲积或冲-洪积型砂矿。砂金主要集中于分选性差的部分，含金品位

局部可达20g/m³，如扎曼特、勒盖蒂等矿点，基底为黄铁矿化泥页岩。

典型金矿床有：

1．科克苏阿特、扎曼特-勒盖蒂含金区

含金石英脉主要沿泥盆—石炭系砂页岩的裂隙分布，受断裂控制明显。砂金矿带沿扎曼特、勒盖蒂河流域分布，以第四纪阶地（Ⅰ、Ⅱ级）、河床冲、洪积型砂金矿床为主。

2．阿尔哈尔雷矿床

位于准噶尔阿拉套西坡，含金石英脉产于伊犁复向斜晚古生代火山岩热液蚀变带中，围岩强烈蚀变为明矾石石英岩、高岭石石英岩及次生石英岩等，均含有分散型金。矿化与火山机构的同心环状构造密切相关，矿脉明显地受环形断裂控制，石英脉中金、银分布极不均匀。矿脉中广泛地发育有放射状玉髓、蛋白石（淡黄色）等低温矿物，金银品位较高，表明该矿床属浅成低温火山热液型金-银矿床。次生石英岩为近地表金-冰长石-石英矿床的找矿标志。

十、楚-伊犁金-多金属矿化区（XⅢ-12）

该带呈北北西向延伸，长700km，宽100—110km，属加里东褶皱带，南接北天山，北与哈萨克斯坦西部相连。在卡腊卡梅斯、门阿腊尔等地的石炭纪斑岩、玢岩中见有金矿化，属金-砷-多金属矿化建造。在扎拉依尔-奈曼带中，早、中泥盆世火山-沉积岩（砾岩、安山玢岩、凝灰熔岩）、次火山岩岩株中见有含金石英脉（充填型），金与黄铁矿、毒砂密切伴生，自然金呈微细粒浸染于硫化物、石英中（0.005—0.5mm），成色839—926，其中混入有银，Au/Ag＝10。此外，在卡腊塔斯、安达赛等地区见有滑石菱镁片岩型金矿化。在克孜尔塔斯、热利套的花岗岩中亦见有含金石英脉型矿化。

十一、天山金-铜-多金属-汞-锑矿化带（XⅡ-13）

该区属乌拉尔-天山-蒙古褶皱系的中段，走向近东西，为中亚最重要的铜、铅、锌、金、锑、汞、锡、钨成矿区。

按大地构造分区为：1．北天山加里东褶皱带，包括穆云库姆-纳拉特中间地块和北天山地槽带；2．中天山加里东-海西褶皱带，包括库拉马-费尔干纳中间地块及加里东褶皱前缘上的海西地槽带（大卡拉套、恰特卡尔和纳伦地槽）；3．南天山海西褶皱带，包括西部克孜尔库姆、中部吉萨尔-阿赖及东部的阿特巴希-阔克沙勒。区域见有南西西向蛇绿岩带，断续分布延伸达2 000km，为古生代最重要的构造线，分割了中天山大陆壳和南天山大洋壳。区域岩浆作用主要在晚石炭世—早二叠世期间发育，形成辉长-闪长-花岗闪长岩系列杂岩和黑云母花岗杂岩。南天山北部为优地槽带，南部为冒地槽带，分布有晚三叠世碳酸盐-陆源岩沉积，带内广泛地发育有逆断层、逆掩断层和推覆体，褶皱强烈。

在天山各褶皱带中金矿化的分布：

1．在北天山加里东褶皱带中至今尚未发现金的工业富集地区，原因是地处高山地带，研究程度低，但可能存在金矿化远景区，特别是在前寒武纪含碳变质岩系分布区，如卡拉科依。

2．在中天山的卡拉套-恰特卡尔-纳伦海西褶皱带中，卡拉套地区见有矽卡岩型含金的铁-铜-硫化物建造矿床，如伊里苏-乌加姆矿田；在库拉玛-费尔干成矿带中，发育有海

西中—晚期火山-侵入活动，其分布受东西向和北西向构造控制，形成与粗面英安岩-安山岩、花岗斑岩、花岗闪长斑岩有关的网脉状、脉状低温石英-赤铁矿-铁白云石的金-银建造矿床，具有一定的工业意义，如恰达克矿床等；在卡桑塞的捷列克斯地区前寒武纪含碳的变质岩系中亦普遍发现有含金矿化建造。此外，在海西旋回晚期阶段（P—T），金和金-锑矿化伴随有砷、汞、多金属等元素，具有重要意义，形成石英-辉锑矿-金或金-硫化物建造矿床，而且多分布于短轴背斜中。

3．南天山海西成矿带为中亚金的最主要的成矿域。金矿化主要分布于：（1）西部克孜尔库姆中间隆起区的前寒武纪（？）富含碳的黑色页岩建造中的金矿床，以穆龙套为代表[46]，属变成型（同生-后生型）层控金矿床❶。该矿床位于奥明扎-努拉套构造带之西南部，金矿化带产于晚元古代沉积变质岩系中，自下而上划分为：①奥明扎组：碳酸盐-陆源-火山岩沉积，并变质为绿色角闪片岩；②塔斯卡兹干组：绿泥石-绢云母片岩、石英岩；③别萨潘组：主要由陆源岩-硅质岩-碳酸盐岩所组成，多为互层的粉砂岩、砂岩、千枚岩、碳质页岩等类复理石岩系。金矿化主要赋存于别萨潘组的碳质页岩中，含金丰度值为2—50ppb，平均为4.9ppb（全区总计1904个样品的平均值）。火成岩多发育在矿田边部，为中酸性小岩株。含矿岩系中广泛发育有陡倾斜张裂隙、剪切裂隙，其中充填有石英或石英-电气石角砾岩。矿体位于北东向断裂附近，产于近平行的东西向张裂隙或剪切裂隙带中，呈巨大的网脉带或细脉网脉带出现（图 48）。矿石矿物主要有黄铁矿、毒砂等，硫化物的总量＜1%，自然金见于中粗粒石英-硫化物脉中，与黄铁矿、毒砂、黄铜矿、闪

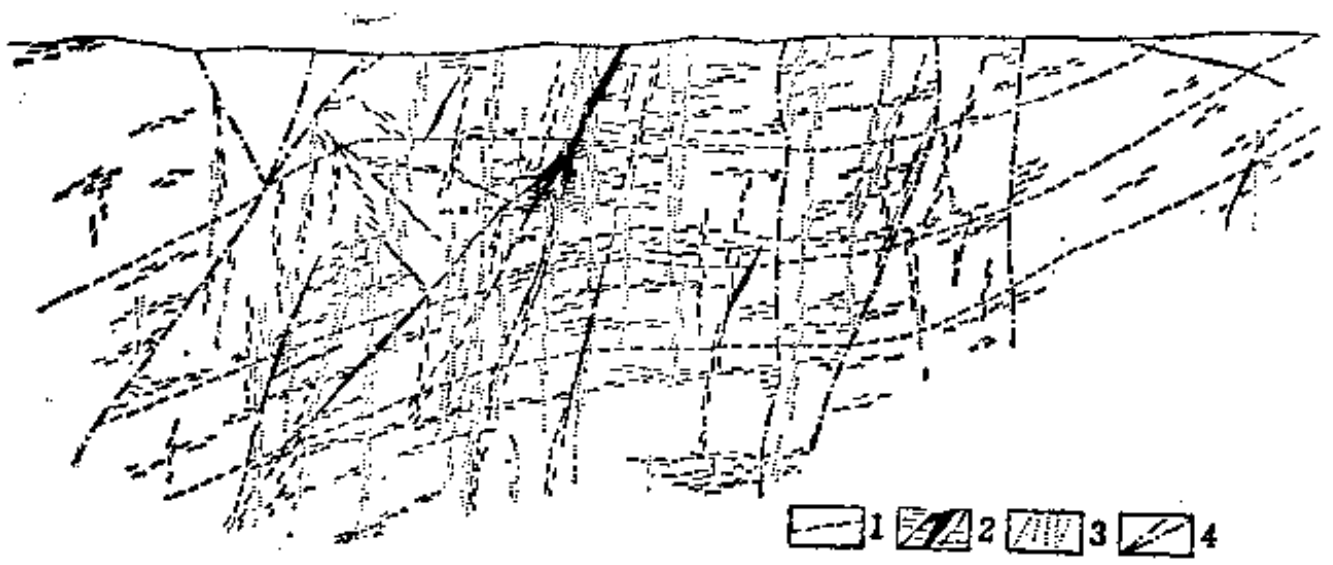


图 48　穆龙套金矿床平缓脉带和陡倾脉带的相互关系剖面图

（据C·舍尔）

Fig·48　Section relation between gently-dipping and steeply-dipping vein zones of Muruntau gold deposit

1—千枚状片岩和粉砂岩不同比例的分层界线；2—石英脉和细脉；3—石英硫化物细脉和硫化物细脉；4—构造破碎带

锌矿、辉铋矿、自然铋、银的硫盐等密切共生。矿床属同生-后生成因类型。该矿床为苏联第一大型岩金矿床，70年代年产量达70—80t，近年来已由露采转向地下开采，产量有所下降。由于该矿床的发现和开采，金矿床学家对于元古界碳质页岩层中金矿床的形成条件、找矿标志的研究十分重视。由于矿床成因深入系统的研究，改变了最初根据热液蚀变，

❶ 穆龙套金矿床，50年代末发现，1964年开始生产，以露采为主，截止到1985年底已产黄金213t。1985年产金接近20t。现有露采矿石储量4.5亿吨，矿石平均含金品位2.35g/t，总计金属储量1 057t。表外矿石储量1.97亿吨。

沿岩墙带和石英-毒砂矿石分布层位找矿的概念，将找矿方向转移到碳质粉砂岩—砂岩、页岩层位进行，从而取得了事半功倍的效果，扩大了找矿远景；（2）南布坎套和泽拉夫尚-突厥斯坦半优地槽区：以深成型含金石英脉或网脉型矿床为主，成因上与海西期花岗闪长岩-花岗岩侵入体密切相关，矿石中硫化物含量低(≤5%)，矿石脉石矿物有石英、碳酸盐、重晶石、黄铁矿、毒砂、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿、辉铋矿等。近矿围岩蚀变有硅化、黄铁细晶岩化等；其次是变成型矿床，如博兹套-科克帕塔斯-奥克热特彼斯矿带中的滑石菱镁片岩型金矿床。此外，在阿莱带中见有含金的矽卡岩-硫化物建造矿床；（3）拜松和库拉明火山岩带：以火山热液和深成-火山热液金矿床为主，成因上与安山岩、英安-安山岩和粗面安山岩杂岩有关，受线形或环状火山机构所控制。金矿床多分布与火山作用相关的环状、半环状、放射状断裂有关，如近地表低温热液型金-银矿床。围岩蚀变有青盘岩化、黄铁细晶岩化、泥化等。金的分布极不均匀，金银矿、自然金、银金矿等与碲化物（如碲金矿、针碲银金矿等）一起出现。典型矿床有科奇布拉克金-银矿床等，该矿床位于南天山海西褶皱系恰特卡尔-库拉明地区，属古生代近地表火山热液型金-银矿床，矿床形成于古生代地槽结束期（早—中石炭世）K-Na系列火山岩（安山-英安-流纹岩建造）中，$Na_2O:K_2O=1$，中石炭世阿克琴组（自下而上）主要由安山质集块凝灰岩、安山玢岩、安山质熔岩角砾岩、凝灰岩、安山-英安岩等组成，并为晚期正长-闪长岩岩墙所切穿，其边部见有强烈的硅化。金矿化带产于与围岩层理相一致的破碎带中或切割层理的断裂中，以后者即横切层理的矿体最具工业意义。矿化以含金硫化物为主，矿带围岩强烈的青盘岩化，自中心向外蚀变分带有：①石英和石英-绢云母交代岩，含少量绿泥石、碳酸盐；②青盘岩化带，含绢云母（65—68%）、石英、黄铁矿、碳酸盐及少量正长石、钠长石、③弱蚀变带，主要新生成有方解石、绢云母、钠长石、石英、绿泥石、黄铁矿等。矿化阶段有二，第一阶段包括：①硅酸盐矿物期；②黑钨矿-石英期；③金-硫化物-石英期；第二阶段包括：①硫化物-重晶石期；②石英-碳酸盐期。自然金主要集中形成于金-硫化物-石英期，粒度以次显微状为主，有时可见有0.1—0.2 mm的明金，成色849—885。

最近，根据A·Д·谢格洛夫的报导，在库拉明带的古生代灰岩中亦发现了卡林型低温热液型金矿化，值得今后注意。

十二、帕米尔金矿化区（苏联部分）（XII-14-1）

帕米尔地区介于乌拉尔-天山海西褶皱带与地中海-喜马拉雅阿尔卑斯褶皱带之间，该区西南部有太古代变质岩系，主要是片麻岩、角闪岩、大理岩等，年龄为3 000—2 000 Ma；古生代早期沉积岩系（灰岩、砂岩等）。古生代晚期在北部为地槽型岩浆岩建造，以基性岩为特征，而南部则以花岗岩岩浆活动为主，并伴随有钨、锡矿化。在古生代—中生代期间为活化的中间地块，特别是在白垩纪时期，帕米尔东南部有大量的花岗岩、花岗斑岩出露，并伴随有锡矿化。

有关区域金矿化的研究仍然十分薄弱，虽然外生金矿化广布，但尚未发现工业矿床。

帕米尔（苏联境内）[19]包括塔吉克斯坦达尔瓦兹和中央帕米尔等地区。第四纪河谷冲积砂金矿化广布。如在卡拉台津山区曾发现过重达32.43kg的自然金块，南帕米尔的沙赫-瓦汗山谷中发现过24.36kg的自然金块，在普扬扎河支流的疏格南也发现过5.684kg的

自然金块等。砂金来源于在成因上与海西期花岗岩类有关的热液型金-石英脉状矿床。此外，在卡拉玛扎尔多金属矿床中亦见有金-硫化物、含金石英脉型矿化，其中金-硫化物矿化主要是含碲化物的黄铁矿-金矿建造，矿脉斜穿古生代碳酸盐-陆源碎屑岩及喷发岩层。金-石英脉型矿化（石英-金-银建造）见于库拉明山脊区的硅化岩带中。在中央塔吉克斯坦发现有矽卡岩型毒砂-黄铜矿-金及白钨矿-金建造类型矿床等。此外，在海西褶皱带中上古生界绿片岩相变质岩系中也发现有黄铁矿型金矿化。1986年《矿业年报》和《世界商品报导》透露，1986—1990年期间在塔吉克斯坦将建立一个巨型采金选矿联合企业，表明这一地区原生金矿床的矿化远景十分可观。

十三、苏联砂金矿床

80年代以来，苏联年平均产金量在300 t 左右，金的开采矿山有412处，其中砂金矿床（点）308处，砂金矿床储量和产量占50％左右，在苏联东部地区外生砂金矿床占有主导地位。远东地区正在开采的37处金矿床中，仅 2 处为原生矿床，最著名矿床有马加丹砂金矿床；亚库梯地区26个金矿床中，仅 6 个为原生金矿床。又如西伯利亚东部地区80％黄金产自冲积砂矿床，最著名的砂金矿床是分布于勒拿河右岸的博代博砂金矿床等。

（一）苏联远东砂金矿床[25,43]

按H. A. Шило 的意见，苏联东部地区形成砂金矿化的原生金矿建造有：1. 含金石英建造，成因上与中生代火山-深成岩建造有关。矿石矿物简单，矿石中脉石矿物以石英为主，可达70—95％，其次是钠长石、方解石、绿泥石、磷灰石等；金属矿物有黄铁矿、方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、硫锑矿、自然金等，自然金粒度在0.06—1.5mm之间；2. 金-锑建造，金主要集中在石英-硫锑铅矿中；3. 金-银建造，自然金主要集中在玉髓、冰长石、石英、银的硫化物及硫盐中；4. 金-稀有元素建造，主要是含金的黑钨矿、石英等；5. 金-硫化物建造。上述 5 个建造在成因上与中生代—新生代火山岩、酸性火山-深成岩建造有关。最主要砂金产地有马加丹州科累马河上游的亚戈德尔和苏依曼等地及滨海地区（古河道砂金矿为主）。目前有砂金矿山30—40处。70年代中期砂金产量占苏联第一位，达 107 t，占当时金产量的1/4，以冲积砂矿为主。楚克奇等地亦是重要的砂金产区。近年来（1979），在苏联东部地区发现潜蚀型残积砂金矿床，成因上与地下水（缺少游离氧）的潜蚀作用有关，一般分布于分水岭的鞍部，近鞍部的侵蚀沟谷及新生代凹陷的基底部位（冲积层下面），特征是金粒磨圆度不好，与石英连生，与毒砂、黄铁矿伴生，赋存于基岩残积层中，有时含有

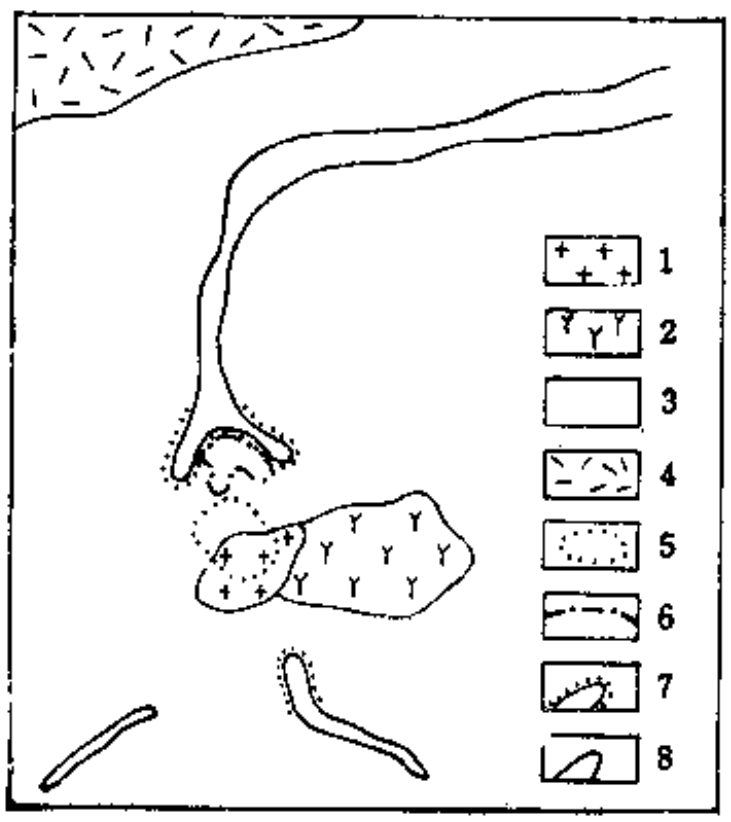


图 49　白山砂金矿床分布略图

（按T·尤益）

Fig. 49　Sketch Showing location of Belogorskoe gold placer

1—次火山霏细岩、粗面英安岩、英安岩；2—英安岩、粗面英安岩（喷出岩）；3—玄武岩、安山岩、安山-玄武岩；4—石英斑岩；5—原生金矿；6—坡积砂金矿；7—洪积砂金矿；8—冲积砂金矿

锡石及铂等元素。作为砂金来源的原生金矿床，在成因上主要与蒙古-鄂霍次克-楚阔特中—新生代陆相火山岩有关。例如，白山金矿床[43]（图49）为由于长期风化、剥蚀搬运等外生作用形成的坡积和洪积砂矿床。

1．坡积砂矿：位于白山切割弱的平缓斜坡上。坡积物沉积厚度平均为5—6m，在山坡下部达20m。残积、坡积物时代为更新世早—中期（图50）。

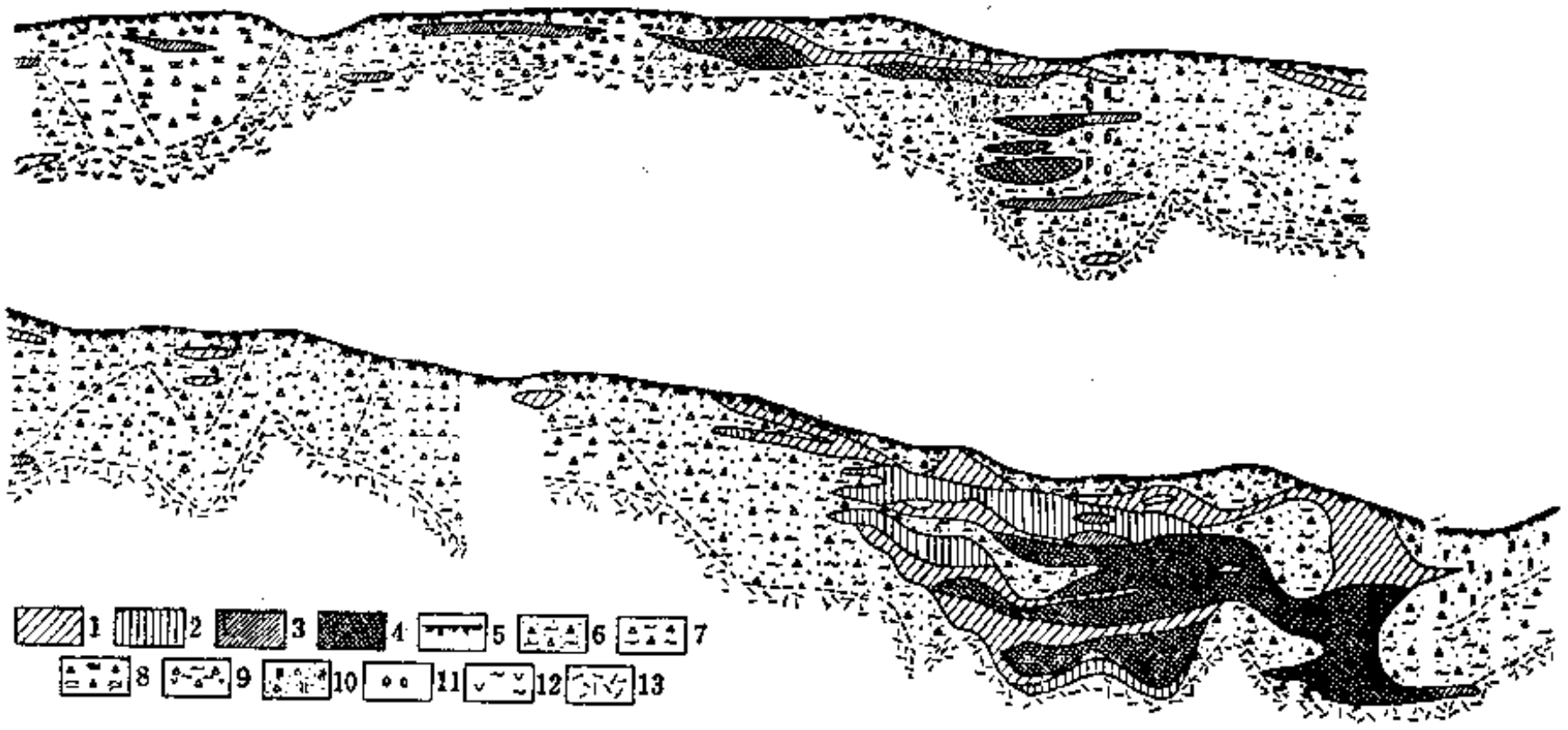


图 50　白山坡积砂金矿床剖面图

（按Φ·邵霍尔）

Fig. 50　Section of Belogorskoe alluvial gold placer

1—4—砂金富集区（含量由低到高）；5—腐植层；6—粘土和粗面流纹岩碎屑；7—粘土和安山玄武岩、粗面流纹岩碎屑；8—青色粘土；9—暗灰色粘土和安山玄武岩碎屑；10—灰色粘土与粗面流纹岩和安山玄武岩碎屑；11—漂砾；12—风化安山玄武岩；13—风化粗面流纹岩

坡积物为含有喷出岩碎屑的粘土或砂质粘土，在个别地段坡积物的基底保留有0.5 m厚的红色泥质风化壳。坡积物中的重矿物有褐铁矿（<50—60%）、磁铁矿（6—10%）、钛铁矿（<36%）、铬铁矿（<40%）、绿帘石（<30%），少量锆石、硫化物、锰的氧化物及其它矿物。

金分散于整个坡积层中，形成不稳定的富矿透镜体；金大部分赋存于松散的粘土物质中，也存在于碎屑中。金粒通常为0.15—0.05mm，金与石英和高岭石连生。

2．洪积砂矿：赋存于白山山麓小河的源头，主要由于坡积物的重力滑动和季节水流的局部冲刷而形成。洪积层主要由含有棱角碎屑物的粘土所组成。金见于整个洪积层，但近底板部分金富集程度最高，未见明显的含金层。洪积砂矿的金含量比坡积砂矿高5—10倍。各种金粒所占比例如下：小于0.3mm的为23.2%；0.3—0.5mm为13.9%；0.5—1 mm为14.9；1—2mm的为35.2%；>2mm的为12.8%；大粒金约占50%（大于1mm）。洪积砂矿开采时曾找到过数克和数十克重的自然金块，最大的重190 g。洪积砂矿的金为浅红黄色，光泽暗淡，表面粗糙。成色为663—694。小金粒未磨圆，一般为单晶和连晶；大金粒磨圆度较差，受挤压，似晶簇状、团粒状和似树枝状。除游离金外，还见于金与石英、高岭石、辰砂的连晶体。

（二）雅库特地区砂金矿床

为苏联第二个砂金矿产区。70年代产量达70余吨，占全苏的17%左右。主要砂金产区有阿尔丹、乌斯基纳拉等地，砂金矿床以第四纪冲积矿床为主。此外，还见有残积型砂金矿床，如库拉纳赫残积型砂金矿床：该矿床位于雅库特南部，阿尔丹地背斜北坡，呈岩溶洞穴（侏罗纪—现代）型产出于下寒武统（托库尔津统）含沥青灰岩、白云岩风化残积层中，主要由褐铁矿、粘土、砂质粘土所组成。金呈薄片状（5—20mm），品位 12g/m³。原生金矿分布于中生代晚期云斜煌斑岩岩墙与下寒武统、下侏罗统砂岩接触带附近的交代灰岩、白云岩中，呈含金冰长石-石英交代岩出现，含金品位 6g/t，交代岩带长达 3 km，宽300—500m，厚5—10m，带中金粒度极细（2—5μm），主要赋存于黄铁矿中。

（三）后贝加尔和勒拿河流域砂金矿床

最著名的砂金矿床有维季姆河右岸的博代博、阿尔捷莫夫斯克、克罗波特金等，成因上以冲积及冲积埋藏砂矿为主，含金品位在3—9g/m³。以勒拿河流域为代表的冲积埋藏砂金矿床，在成因上与第四纪两次冰川活动有关。如博代博地区有 7 个含金层， 8 个阶地砂矿宽度不一（10—200m），一般宽数十米，厚1—5m。含金埋藏砂矿形成于早、中第四纪，含金较富的阶地为第Ⅶ级阶地。金来源于附近背斜轴部中—少硫化物含金石英脉带。

（四）黑龙江沿岸地区和滨海区砂金矿床

亦为苏联重要砂金产区（产量占全苏5%左右），著名矿床有外兴安岭地区的乌拉坎、十月、下谢列姆扎、依曼河上游、希尔-斯列京、约拉汗-阿法纳西耶夫等，成因上以冲、坡积砂金矿床为主，一般距原生金矿床 20—25km 范围内。原生金矿床系少硫化物石英脉型金矿床，成因上与白垩纪中酸性花岗闪长岩小侵入体密切相关[25]。

（五）西伯利亚西部砂金矿床

主要以叶尼塞为代表，著名矿床有南叶尼塞斯克、诺沃耶洛京等，含金品位0.6—1.5 g/m³，年产量占全苏5%左右，以河谷冲积型砂金矿床为主。此外，阿尔泰-萨彦岭地区，分布有第四纪晚期形成的31处砂金矿床，其中40%分布于中—高山带的边缘或低山区的过渡带，60%金矿均分布在低山带，砂金矿在空间上明显地受构造、地貌环境的控制，表明中—高山区的复杂构造地貌类型地区也可能形成运移砂矿。此外，阿尔泰-萨彦岭地区，砂金矿床多分布于地表广泛发育的前寒武纪—古生代含金克拉克值较高的火山-沉积岩区，其中并见有成因上各异的原生金矿床分布（如次生石英岩型金矿床等）。本区第四纪砂金矿床为冰川沉积物所覆盖。

（六）中亚地区砂金矿床

主要有山区-阿尔泰（第四纪砂金广布，具有工业开采意义者甚少，仅发现有小科累恰克、列别金河流域砂金矿床）、准噶尔、矿山-阿尔泰砂金矿带（库鲁申、穆库尔、巴克尔奇克、楚梅尔、锡纽哈等矿床）一般多系第四纪冲积型、中小型砂金矿床，产出于河漫滩和Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级阶地及河谷冲积扇。

第九节　蒙　　古(XIV)

蒙古境内已发现有33个含金矿田，由于地质研究程度较低，其中大多数矿田可作为普查找金或勘探靶区。上述含金矿田主要集中于北肯特、巴彦洪戈尔等矿带中，并且受肯

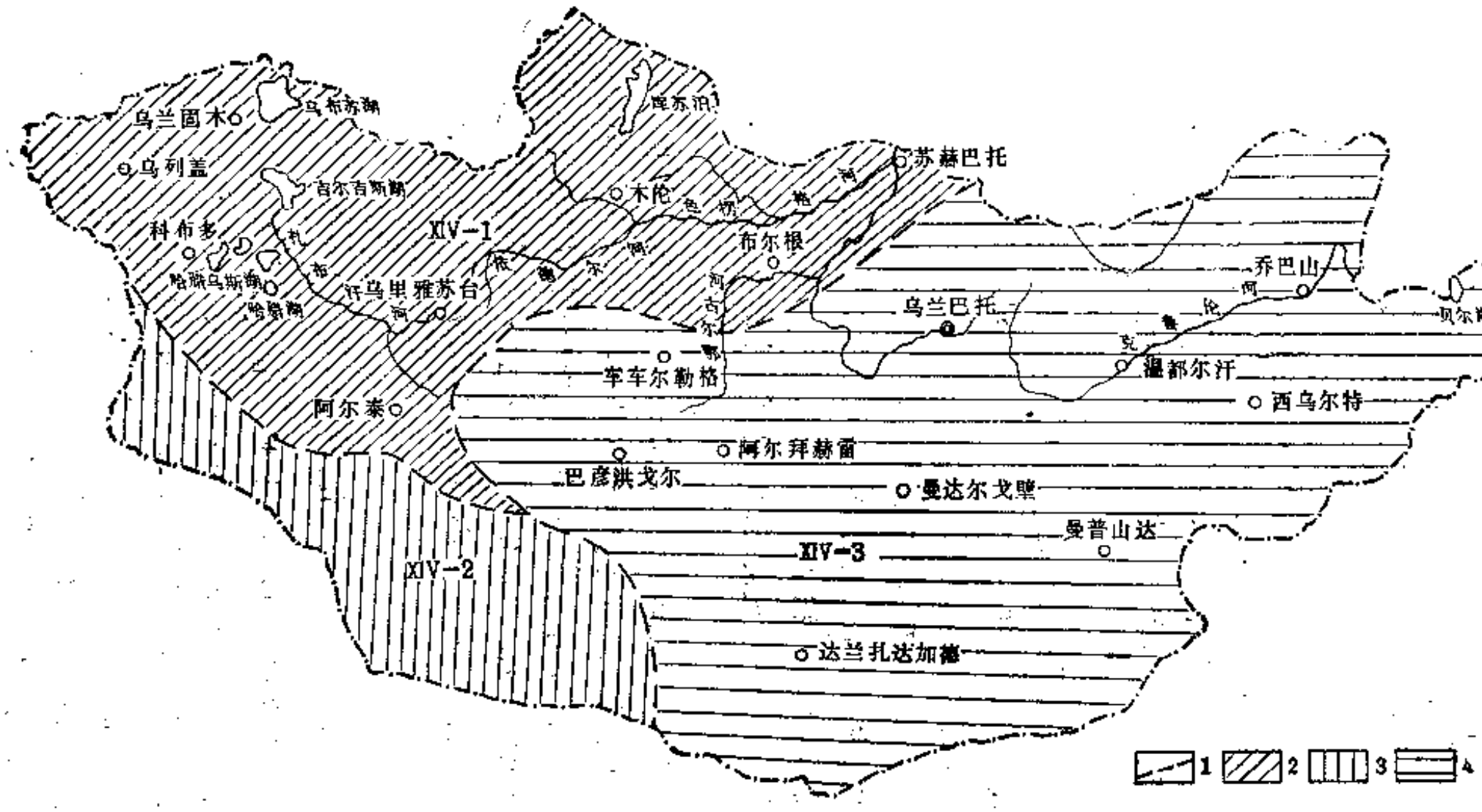


图 51　蒙古褶皱系成矿区略图

Fig. 51　Sketch map of metallogenetic province of Mongolia fold system

1—成矿区界线；2—西北蒙古金矿化集中区(带)（XIV-1）；3—西南蒙古金矿化集中区(带)（XIV-2）；4—东蒙古成矿区（XIV-3）

特、杭爱隆起之间的断裂系所控制。

蒙古具有复杂的断块镶嵌构造格架，其北部断块为前寒武系基底的加里东褶皱带，南部断块为海西褶皱带，中间以图尔根河和大博格多断层为界。根据区域构造、岩浆活动和成矿作用，蒙古全境可划分为：西北蒙古、西南蒙古和东蒙古成矿区（图51）。

一、西北蒙古金矿化集中区(带)（XIV-1）

该成矿区包括：蒙古西北部的蒙古-阿尔泰晚加里东褶皱带和北部的鄂尔浑-色楞格河早加里东褶皱带，成矿作用以加里东期为主，为苏联阿尔泰-萨彦岭成矿区的南延部分。

（一）成矿区西部

金矿化仅分布于蒙古-阿尔泰褶皱带之中部，该区广泛地分布有寒武—奥陶系含碳砂页岩、长石石英砂岩、粉砂岩等陆源沉积，变质后达到绿片岩相；此外，还见有早—中泥盆世陆相安山-流纹岩系列的火山岩层，其中并侵入有晚泥盆世—三叠纪钙碱性花岗岩类岩体。原生金矿化有：

1．含金石英脉型金-硫化物矿化建造，出露于西库苏泊地区的绿片岩、黑色页岩系组成建造的构造带中，硫化物含量在5—15%之间，但含金品位甚低，一般在1—2g/t；

2．含金黄铁矿型铜矿化建造，见于湖区带(哈尔西林带）博尔察山矿点，成因上与中生代构造-岩浆活化作用相关，与碱性-基性岩墙伴生的含铜银-锑矿化建造有关，具叠加矿化特点。外生砂金矿床主要分布于科鲁姆特河及布尔根河上游的河床、河漫滩、阶地沉积层中，砂金矿床多属小型河谷冲积型砂矿，如孔马图、斋尔图、奎屯河、乌尔蒂布拉克等，砂金来源于中—上寒武统—下奥陶统含碳砂页岩中的含金石英脉。

（二）成矿区东部

呈北北东向延伸进入后贝加尔西部，长500km，宽200km，其北、南、西界为热尔图林河、巴彦河及鄂尔浑河。基底为元古界巨厚的碳酸盐岩系，其上为里菲—下寒武统地槽沉积的安山流纹岩火山岩系，并伴有上古生代—中生代花岗岩类侵入，此外，还叠加有二叠纪—早中生代色楞格火山岩系。金矿化微弱，仅见有一个金-硫化物-石英建造矿点和很少的砂金矿点。该区以有色、铁矿化为主，著名的斑岩型（P_2—T）铜-钼矿床（鄂尔登特敖包）伴随有金矿化。

二、西南蒙古金矿化集中区(带)（XIV-2）

该区属蒙古南部海西褶皱带，具有优地槽性质，区域以含金的铜-多金属矿化为特征，其中以西呼赖带中北塔格山金-多金属矿化建造最有意义。主要矿床有哈尔塔尔山、努赫尼-努鲁金多金属矿床等。上述矿床产于泥盆系火山-沉积地层中，受北西向构造破碎带所控制，成因上与二叠纪酸性石英斑岩、角斑岩小侵入岩体有关。例如，努赫尼-努鲁矿床位于北塔格山矿田东南部的北西向背斜褶皱中，由中泥盆统砂岩、粉砂岩、凝灰砂岩、泥岩等所构成。石英-碳酸盐矿脉产出于背斜顶部，厚1—数米，含矿带延伸达3km。矿石矿物有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿等。含金品位0.2—0.3g/t，Ag为6—12g/t，Pb为0.04—0.2%。脉石矿物有石英、方解石、白云石等。方铅矿、闪锌矿浸染于构造岩中。氧化带厚达20m，其中发育有赤铁矿、黄钾铁矾等。

本区砂金矿床（点）主要分布于额德伦金努鲁、昂冈乌拉、奈姆格图等，多为小型河谷冲积型砂金矿床(点)。

三、东蒙古成矿区（XIV-3）

该区为蒙古-后贝加尔中生代构造岩浆活化区，包括蒙古-后贝加尔褶皱带，东蒙中部褶皱带、东蒙南部褶皱带等。本区为蒙古最主要金成矿区。

（一）蒙古-后贝加尔金成矿带（XIV-3-1）

呈北东向延伸，长1 000km，宽250—300km，又划分为北肯特金矿化集中区（亚带）南肯特成矿亚带及北克鲁伦金矿化集中区(亚带)。

1。北肯特金矿化集中区（XIV-3-1-A）

位于依乌鲁河以北，区内广泛分布有大量加里东镁铁—硅铝质基底露头，以金矿化为主，其次有微弱的铜-汞矿化。本带集中了蒙古的主要金矿床，其中以金-硫化物-石英建造为主，金主要产于热液石英脉中，成因上与中生代中基性岩脉和辉长-花岗岩类小侵入体有关。原生金矿床主要有博罗特宗莫德、莫盖，砂金矿床有哈尔加纳特等。原生金矿床主要赋存于上元古界绿岩或上古生界含碳陆源复理石建造岩系中，以金-石英脉型矿床为主。在成因上与中生代闪长玢岩、闪长岩、辉长-闪长岩有关，成矿时代为三叠纪—早侏罗世（195—234 Ma)。金-硫化物-石英建造矿床有博罗特宗莫德、莫盖等；金-黄铁矿-毒砂建造矿床有苏祖赫特、纳林托洛盖等；金-电气石-石英建造矿床有沙查盖等。上述矿床多呈含金石英脉或网脉状产出。

外生砂金矿床多属冲积河漫滩型及少量阶地型，产于肯特穹隆西北边缘，直接产于断裂带河谷中，如哈尔加纳特等砂金矿床（点），矿化与原生含金矿脉的富集程度和剥蚀深度密切相关。自然金呈厚板状、等轴状、椭圆状颗粒出现，成色为737—910；此外，还见有薄片状、海绵状淡绿黄色自然金，一般成色较低（768)。矿化形成时代为中、晚更新世，主要沿伊乌鲁河分布。

典型矿床：苏祖赫特矿床

该矿床位于宗毛道山南坡，矿区发育有下古生界陆源岩系、泥盆系沉积-火山岩系及第四系。早中生代侵入岩系广泛的发育有辉长岩、闪长岩、英闪岩、花岗闪长岩、浅色花岗岩及流纹岩等。矿床产于苏祖赫特断裂带中，蚀变花岗岩广泛地发育有：硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化等蚀变。含金石英脉受近南北—北东向和北东东—近东西向断裂控制。已发现矿脉16条，其中主矿脉延伸275m，倾角45—80°，厚2.1m，至深部变薄为0.16m。脉石英呈灰白色细粒，其中见有黄铁矿、方铅矿、黝铜矿、方解石，含金品位较高；硫化物脉长250m，厚1.4m，硫化物有黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿等，含金品位中等。此外，硅化带、石英细脉带亦见有金矿化，属金-硫化物-石英建造矿床，石英占90—98%，金与毒砂、黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、黝铜矿一起共生。自然金成色为860左右，含银13.1—15.8%，随赋存的深度加大而变贫。

2。南肯特成矿亚带

以稀有金属和多金属矿化为主，其次是金、汞、铁矿化。该带为切割弱的中等丘陵地形，属于肯特坳陷带，其中为泥盆—石炭系陆源沉积物所充填，并为早中生代花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩及中、晚侏罗世花岗岩小侵入体所穿切。在许多断块中，前寒武系及古

生界的绿色片岩、黑色片岩系出露于地表，大多数金矿点受北东向断裂控制，多为金-硫化物-石英建造类型，主要分布在上述绿片岩、黑色片岩系中，成矿时代为三叠纪—早侏罗世。

外生砂金矿床（点）以河谷冲积型为主，形成时代为中—晚更新世。

3．北克鲁伦金矿化集中区（亚带）（XIV-3-1-B）

位于肯特穹窿以南，区域主要发育有上古生界绿片岩-黑色片岩系，其次见有文德—下寒武统陆源-火山碳酸盐沉积，中、晚古生代—中生代陆相玄武-安山-流纹岩系列火山岩。成分不同的古生代—中生代花岗岩类侵入体、区域性北东向断裂（鄂嫩断裂和乌勒吉断裂）具控矿作用，成因上金矿化与侏罗纪（J_2—J_3）花岗岩侵入体有关。主要含金建造有：低温热液型（金-玉髓-石英建造）及金-硫化物-石英建造、含金矽卡岩建造等。最近在元古代层位中发现有层状金矿化，在侏罗纪花岗岩中发现有含金碱性交代岩型矿化。

（二）东蒙古中部成矿带（XIV-3-2）

呈近东西向弧形围绕在蒙古-后贝加尔褶皱带南缘，南以蒙古大断裂为界，向东延至我国境内与额尔古纳褶皱带相连。包括东部的戈壁-南克鲁伦铜-钼矿化区及西部的巴彦洪戈尔金矿化集中区（亚带）。

1．戈壁-南克鲁伦铜-钼矿化区（XIV-3-2-A）

位于翁金河盆地以东，呈近东西—北东向延伸，长1 000km，宽130km，其南界为温都尔希林深断裂带，属于加里东褶皱带，基底为元古界变质岩系，区域广泛发育有晚古生代—中生代陆相火山岩及中酸性小侵入体，以稀有金属和斑岩型铜-钼、多金属矿化为特征。仅少量金矿化见于布彦图隆起区，如蒙汗图尔图金矿点等。矿化主要发育在上元古界绿色-黑色片岩系、碳酸盐岩系中，成因上与晚古生代闪长岩-花岗闪长岩或中生代花岗岩-花岗正长岩小侵入体有关。

2．巴彦洪戈尔金矿化集中区（亚带）（XIV-3-2-B）

呈北西向延伸，纵贯于蒙古中部，包括依德尔、察干诺洛姆、拜达里格，巴彦洪戈尔加里东褶皱构造带及西杭爱海西构造边缘隆起带。区域发育有前寒武系地槽杂岩、安山—英安质喷发岩、碳酸盐岩及陆源岩等，古生代花岗岩呈北西向延伸，并发育有各种成分脉岩，为金、锡、钨、汞成矿带。金矿化主要集中于巴彦洪戈尔地区的前寒武系—寒武系陆源岩、碳酸盐岩及火山杂岩体中，原生金矿床多集中于构造岩浆活化带以镁-铁质岩石为主的地段，金矿床有包尔海尔汉乌拉、查干查希尔乌拉等，以变质热液型金-硫化物石英建造和金-石英建造矿床为主，其次有少量金-矽卡岩建造矿床。主要金矿床多分布于绿片岩和黑色含碳页岩建造的构造带中，成因上与古生代花岗岩有关，矿脉（或网脉）中硫化物含量介于5—10％之间，含金品位不稳定，一般在1—3g/t。金-石英建造类型金矿床矿石中的平均含金品位一般高于金-硫化物-石英或金-硫化物建造类型矿床。

外生砂金矿床以冲、洪积型砂矿为主，形成时代多属中—晚更新世。

（三）东蒙古南部铜-钼-多金属矿化区（XIV-3-3）

呈近东西向—北东向弧形带状延伸，北界蒙古大断裂带，为华力西中期褶皱带。又划分为：

1．曼塔赫-察干苏布尔加成矿亚带

该带长500km，宽150km，北部为华力西中期火山岩带，主要发育在优地槽区，在早石炭世期间形成了火山成因的硬砂岩系（包括超基性岩及辉长岩岩体），而中、晚石炭世形成有陆相中性火山岩系，二叠纪形成酸—基性火山碎屑岩系；南部乌拉努尔带，在古生代晚期形成有火山及火山-沉积岩系，在二叠纪时期有细晶花岗岩小侵入体贯入。矿化以含金斑岩型铜-钼及火山热液型多金属矿化为主，而汞、金矿化仅局部少量出现。原生金矿化点仅有3处，属金-硫化物-石英建造矿床，品位低，含金石英脉产出在泥盆系砂页岩中，成因上与华力西晚期—燕山早期中酸性小侵入体有关。

2．南戈壁-努库特达班成矿亚带

西起戈壁天山东段，东至哈尔欣河，长1 500km，宽70—130km，为中生代构造活化隆起区。区域发育有晚元古代变质火山陆源岩系、硅质—碳酸盐沉积等，其中侵入有晚三叠世—早侏罗世花岗岩-浅色花岗岩建造。金矿化与中生代玄武岩-安山岩系有关，一般多系小型矿床（点），如额德伦金努鲁、奈姆格图、奥尤京、哈尔玛戈台等，其附近往往形成冲洪积型砂金矿床，成矿时代为晚第三纪—早更新世。

应当指出，蒙古作为亚洲中部金矿带的一部分其远景是十分可观的，但由于研究程度较低，在金矿普查勘探和开发方面仍显得薄弱。近年来，在进行金矿找矿、成矿预测时，将元古界、文德—寒武系杂砂岩、黑色含碳页岩分布区均划入金矿成矿远景区，与铁镁质火山岩系、花岗岩-闪长岩侵入杂岩分布区相并列。正如西伯利亚地台前寒武纪冒地槽边缘、阿尔泰-萨彦岭褶皱区等地一样，前寒武系（Pt_3）至古生界黑色碳质页岩系中，金的原始含量较高（一般在5—30ppb），在有利于金矿化富集和再分配的构造条件情况下，可导致形成同生-后生型金-硫化物建造类型矿床。

第二章　从周边国家金矿地质特征探讨我国金矿地质找矿工作意见

通过我国周边国家和地区金矿床地质特征与区域金矿成矿规律的研究，下列类型金矿床具有区域成矿的普遍性和广阔前景。在今后金矿普查找矿工作中，对涉及这些类型的有关地区，应引起足够的重视。

第一节　关于含碳岩系(Pt—Pz)中金矿化问题[5]

70年代以来，有关在元古代—古生代含碳的火山-陆源沉积建造或沉积建造中发现金矿床的报导逐年增多，与此同时，苏、美等国家也广泛地开展了有关含碳岩系中的普查找矿工作和金的成矿机理的研究。此种类型金矿床的特点是：

1．矿床规模大，一般可达大型或特大型（>100t），如苏联中亚的穆龙套金矿床(截止到1985年底已生产黄金213t，金矿储量1 057t)；

2．分布地域广，阿尔泰-萨彦岭、天山-蒙古、后贝加尔-远东等地区均有此种类型矿床分布。如蒙古近年来在金矿普查和远景区划过程中将元古界、文德—寒武系中黑色页岩、含碳质杂砂岩分布区均列为金矿普查重点靶区，其远景可与镁-铁质火山岩或花岗闪长岩-英闪岩侵入杂岩发育地区相并列；

3．金矿化富集过程中，碳质沉积层具有吸附和屏障作用，从而在很大程度上有利于金矿床的形成。

一、含碳岩系(Pt_3—Pz)中金矿床形成的地质背景与分布特点

（一）中亚、西伯利亚、远东、蒙古等地区的前寒武纪—古生代含碳的沉积或火山-沉积岩系中广泛地发育变质热液型金矿化。

此种层控金矿床多赋存于变质的含碳粉砂岩、黑色页岩中，典型矿床有中亚中央克孜尔库姆(穆龙套)、叶尼塞山脊区的苏维埃、勒拿河流域的博代博等金矿床。金矿化共生组合的交替是在黑色页岩系区域变质作用中进行的。在变质作用较弱地区，主要是含硫化物沉积成岩共生组合之构造-结构的再造作用；在中级变质作用过程中，发生进一步的构造-结构的改造作用，同时，硫化物在形态组成上发生变化；在变质作用强烈的条件下，于局部较高的渗透带中出现有硫化物组合为含自然金的氧化物组合所交代；当变质作用更强的条件下，自矿化带中有碳酸盐、硫、砷等带出。地质-矿物-地球化学的特点表明，含碳陆源沉积岩系不仅对于矿质的局部集中，而且对于矿化富集亦起重大作用，此种类型金矿化具有明显的层控特点。

（二）前寒武纪和古生代的碳质建造中金矿化十分普遍，一般见有4种建造类型，即：

1．陆源-碳质建造；

2．硅质-碳质建造；

3．碳酸盐-碳质建造；

4．火山-硅质-(碳酸盐)-碳质建造。

由前寒武纪至显生宙，作为单一的地质体，碳质沉积的总量在减少，而沉积中含碳量所占之比例却增加。在前寒武纪，大多数金矿化与陆源-碳质建造密切相关；而古生代大多数金矿化则与火山-硅质-碳质建造相关。以西伯利亚、远东地区变质型金矿床为例，金矿化多赋存于前寒武系含碳的变粉砂岩、页岩、片岩中，其特点是：钙质低，CaO的含量一般在0.58—1.06%；钠质高，多形成于还原环境，其Na/K≈0.44—0.60（不含矿者为0.38—0.40）、有机碳的含量一般在0.5—6.0%之间；此外，Ca/Mg＝0.3—0.6（不含金矿化的为0.6—0.8）、FeO/Fe_2O_3＝2.3—1.6（不含金矿化者为1.4—1.2）。矿床的形成开始于沉积成岩作用，结束于高温变质作用、花岗岩化作用。

（三）此种类型金矿床（如哈萨克斯坦北部的阿克莎矿床）的含金石英脉气液包裹体中含有CH_4、CO_2等，表明金矿化热液作用过程中，金与有机碳之间存在有密切的相关关系。

（四）近年来，研究远东金矿床的一些学者认为：除火山岩发育地区的金矿床外，大多数金矿床应归属于变质热液型成因，即承认金在内壳层中可以重新分配，这种重新分配作用是在沉积变质改造作用过程中进行的[40]。以苏联东北部含金区为例，该区变质陆源沉积中均含有较高的碳质，如东雅库梯变质型金-石英-少硫化物矿床中，上二叠统陆源沉积岩围岩含有机碳（C_{org}＝3.8%），按其岩性、岩石学特点应属于黑色页岩建造，金质来源于含碳的泥质页岩。

（五）此种大型—特大型金矿床过去一般认为属于岩浆期后热液成矿作用的产物，在普查的最初阶段以寻找有关热液矿石分布的岩墙带，石英-毒砂矿带为标志(如中亚克孜尔库姆地区)[38]，而实际上金矿化一般集中于碳质粉砂岩、页岩或陆源沉积岩中，与岩浆作用未见明显成因关系，所以岩浆期后热液成矿理论受到冲击，从而导致变质热液、碳氢化物运移、多成因多期次成矿（即同生-后生成矿）理论的出现[26]，其理论基础是碳质-硫化物-金的最初的沉积富集作用。以天山地区为例，此种类型金矿床多产出于前寒武纪—早古生代构造层中，即相当于该成矿带之基底杂岩，包括里菲—文德、寒武—奥陶系及奥陶—志留系覆盖层。上述构造层均挤压成北东—近东西向褶皱带，相当于贝加尔-加里东构造岩浆旋回。金、砷矿化集中出现于中部组含碳粉砂岩、页岩最为发育的部位，含碳一般在2%左右，含金克拉克值在2—50ppb之间，硫化物的含量在5—10%之间。上覆层以含碳和金属元素低为特征，未发现有金矿化。

（六）在沉积成岩阶段，金、碳和部分的砷集中于页岩、砂岩、粉砂岩中，表明粘土质岩石具有含金、砷较高特点，$\delta^{13}C$＝2.71—3.60‰，具有典型沉积成因特点。此外，金矿化多发育在含硫化物浸染的泥质岩、粉砂岩岩层中，而且金多局限于经历过强烈再造的岩层中；如石英细脉、粗粒碎屑岩的碳质胶结物中，表明金与石英脉体是岩石再造作用过程中的产物，而分布于含碳、硫化物岩层以外的石英细脉，一般则不含金矿化。

（七）H·B·魏劳尔（1983）[23]研究了金矿化与有机碳和粘土质之间的相关关系后，从理论上肯定了冒地槽带含有机碳及铁质硫化物火山陆源沉积中含金性较高的特点。金自

海水中析出，主要与H_2S的还原作用有关，通过碳质、粘土及硫化物的吸附作用而富集，其后在热液参与的情况下，金进一步富集形成矿床。

（八）矿化富集与围岩的物理-机械性质密切相关。以叶尼塞山脊区为例（图39），金矿脉主要分布于上元古界乌捷列组含碳页岩、千枚岩中。金矿化类型有：含金-硫化物石英脉型、细脉-浸染型等。最有利于矿化的围岩是：千枚状页岩、千枚岩及粉砂岩互层或薄层韵律层（层厚0.2cm或更大），同时发育有强烈的片理化带、剪切破碎带等。

（九）苏联远东黑龙江流域的谢列姆札河上游地区发育有元古代优地槽型石墨片岩、石墨钠长石云母片岩及古生代陆源-碎屑岩型石墨砂质-粘土质页岩、石墨石英云母千枚岩等，其中亦发育有含金-少硫化物石英脉型或网脉型矿床[24,41]，可能是中生代构造-岩浆活化区的典型矿床实例。

二、对　　比

近年来，对元古代金矿的找矿工作引起了国内外的重视，其特点是矿化层位多，大型矿床较少。1986年在瑞典召开了国际矿床成因讨论会，会上提出了元古代13个金矿化层位或杂岩体及相应的靶区。与我国元古代地层发育地区对比，下列找金靶区值得重视：

（一）华北地台南北缘，槽台边缘构造活化带分布大量金矿床，已知的金矿床（点）占全国总数的85%，探明的储量占全国的78%。除太古代绿岩系金-石英脉型金矿床（如夹皮沟、金厂峪、小营盘、小秦岭等）外，近年来，在辽宁丹东地区、吉林通化地区发现了与元古界含碳页岩、砂岩、粉砂岩有关的金矿床，如丹东四道沟（辽河群盖县组下段变质砂岩、石英砂岩夹石墨绢云片岩等）、白云（辽河群盖县组黑云变粒岩、矽线黑云片岩、含石墨矽线黑云片岩等），盖县猫岭（辽河群盖县组千枚岩、变砂岩层，受近南北向韧性剪切带控制），通化集安金厂沟、西岔（集安群清河组含石墨大理岩、石墨变粒岩，并部分混合岩化）等矿床，属变质热液型金矿床，受含碳火山-陆源碎屑岩层的控制，矿化围岩含金丰度值均较高，一般在5—10ppb。在河南西南秦岭东西向复杂褶皱带东段桐柏地区银洞坡金矿床，矿化层位于上元古界垂头山组（575±65Ma），主要由云母片岩、碳质绢云石英片岩、大理岩、斜长角闪岩夹石英岩层，原岩为浅海相碎屑岩、粘土岩。金、银矿化主要赋存于变粒岩、碳质绢云石英片岩（含金 20—200ppb），属同生-后生变成型矿床。

（二）扬子地台雪峰山隆起区元古代板溪群五强溪组二段发育有浅变质的含凝灰质碳质陆源碎屑岩的类复理石建造（细粒长石石英砂岩、泥页岩、板岩、凝灰岩、硅质碳质板岩等），赋存有含硫化物石英脉型金矿床，典型矿床有湖南会同县漠滨金矿。

（三）康滇地轴为我国元古代地层之重要分布区，其南部东川地区元古界因民组之下发育有一套火山-沉积岩系。自下而上为：变基性岩—变中酸性火山岩，其顶部为黑色页岩夹白云岩，厚度＞500m。该层中见有霏细岩型金-铜矿化，主要集中分布于火山岩系下部的变基性岩及上部黑色板岩中，含金品位不高，矿化霏细岩呈灰白色，含较多的硫化物及石墨，受构造挤压带控制。此种类型矿化可能与波罗的地盾的比乔瓦戈霏细岩型金-铜-铀矿化相类似，其形成可能是火山凝灰岩及部分沉积岩经海水强烈交代的结果，与之同时还伴随有碳酸盐化。云南省东川、易门地区，四川省会理地区元古代地层中钠质火成岩发育，金矿化明显。对于元古代含碳火山-沉积岩分布地区应注意金矿化的普查找矿工作。

（四）位于扬子准地台西北缘的川西北和陕西南地区广泛出露有碧口群（寒武系？），其下部鱼洞子组和接官亭组为一套中基性火山岩建造，其中见有含金黄铁矿化，其上覆的郭家沟组为一套含碳质碎屑岩、碳酸盐建造，见有含金矿化。近年来，已发现了李家沟、山金寺等金矿床，现已列为重要的金异常检查区。

（五）我国新疆境内西准噶尔和阿尔泰地区均属古生代地槽褶皱系，具有多旋回构造发育特点，以海西期构造旋迴和成矿作用最为重要。近年来，在该区哈巴河县多拉纳萨依地区的中泥盆统托克萨雷组碳质板岩、千枚岩、粉砂岩及变质凝灰岩中发现有含金破碎带、含金石英脉矿化。在富蕴西30km的萨尔布拉克金矿床，变质热液型金矿化赋存于下石炭统南明水组碳质泥质片岩、板岩、千枚岩及灰岩中，具有区域性成矿特点。此外，在扎依尔山地区发育有新疆最有远景的金矿化，如北部萨尔托海-达拉布特含金超基性岩带，主要分布有基性杂岩、蚀变超基性岩及中泥盆统—下石炭统碳质泥质粉砂岩、凝炭岩等，围岩蚀变以青盘岩化、滑石菱镁片岩化、碳酸盐化为主，金矿化与绿泥石化、绢云母化密切相关；哈图金成矿带，金矿化与中泥盆统—下石炭统凝灰岩、含碳火山碎屑岩有关，并受构造破碎带的控制；安齐-哈图南缘金成矿带，金矿化主要与变基性岩、基性火山岩、熔岩、凝灰岩有关，如齐求矿田等。区域广泛分布有变基性火山岩、中泥盆统—下石炭统的沉积碎屑岩、含碳粉砂岩、砂岩等均为有利的金矿化围岩。同时，区域广泛分布有砂金矿化；如达拉布特河谷第Ⅰ、Ⅱ级阶地，亦可作为找矿标志。

（六）此外，粤西-桂东华南加里东褶皱系云开大山褶皱带，以廉江庞西洞、高要河台金矿床为代表。河台金矿床属重熔岩浆热液型矿床，空间上除受四会-吴川断裂带控制外，矿脉多赋存于重熔花岗闪长岩（Pt_3）及震旦系含碳千枚岩、片岩、二云石英片岩、砂质片岩的残留体中或糜棱岩化带中。围岩的含金丰度值随变质程度的加深而降低，如泥砂质板岩中含Au为20ppb，轻变质砂页岩为11.9ppb，浅变质片岩是7.8ppb，片岩是5.8ppb，而混合岩仅4.7ppb。金矿化来自围岩，而且当围岩中含有少量碳质的情况下，Au的丰度值更高。

第二节　斑岩型金-铜、金矿床的普查找矿远景

从世界范围来看，保证金产量长期稳步增长的趋势日益困难，著名产金国如南非、苏联等均因老矿山开采全盛时期已过，而向更深部位采掘技术日益复杂，低品位矿石的利用加工成本越来越高，矿床的新成因类型的发现之可能性越来越少。在这种形势下，唯一例外的是斑岩型（包括浅成低温热液型）金矿床仍然不断地被发现，不仅在研究程度低的地区，如巴布亚-新几内亚、苏联远东等地，而且在矿山工业发达的日本九州、美国西部等地区也发现菱刈、麦克劳林等特大型金矿。苏联地质保矿部部长E·A·柯兹洛夫斯基（1983）曾强调：加强对于老矿山深部勘探和外围普查找矿的同时，应当在远东地区加强矿产资源预测和开发，特别是应当开展斑岩型有色金属和贵金属的普查找矿工作，预测斑岩型矿床的成矿可能性和远景，研究其地质特征、成矿条件和矿化专属性等。

我国地处全球性环太平洋成矿带和地中海-喜马拉雅成矿带之汇合相接部位。最有代表性的成矿特点是中生代—新生代（K—N为主，即140—1Ma）斑岩型金-铜矿化。此种类型金矿化主要分布于环太平洋新生代岛弧带、亚洲东部中生代造山带、西伯利亚地台和中朝

地台中—新生代构造-岩浆活化区。西伯利亚地台和中朝地台开始形成于晚前寒武纪，在中—新生代时期继承发展了地槽沉积特点，大陆地壳增生作用等。主要金矿带有：1．西太平洋中新世岛弧型金-银矿带；2．后贝加尔中生代造山型火山-深成岩型金-银、萤石、多金属矿带；3．东亚中生代陆相火山岩型金矿带[5]；4．阿富汗、西巴基斯坦渐新世花岗岩类有关的金-锡或金-铜矿带等。

一、斑岩型金矿床的地质特点

（一）斑岩型金矿床即与火山岩或浅成斑状侵入岩体相共生的浸染型或细脉浸染型矿床，一般多具有网脉状矿体形态，矿石成分复杂。斑岩型金矿床多分布于优地槽火山深成岩带中，成因上与中酸性火山岩（安山-英安-流纹岩建造）有关。矿床主要受断裂构造控制，特别是断裂之交叉部位；此外，还受不同的火山机构、次火山岩体、穹窿等构造控制。

（二）斑岩型和浅成低温热液型金、金-银矿床产于火山-深成杂岩体中，同属火山喷发作用过程中的产物，惟斑岩型矿床生成于深部高温岩带；浅成低温热液型矿床生成于近地表的低温带[15]，并常伴随有热泉活动，故2种类型矿床属于同一个火山体系，仅是不同成矿阶段而已。以环太平洋成矿带西侧为例，斑岩型金-铜矿床主要集中于新生代岛弧区，即北起堪察加、千岛群岛、日本、台湾、菲律宾、巴布亚-新几内亚、所罗门群岛、瓦努阿图、斐济至南端的新西兰北岛，全长12 000km，区域黄金年产量近80t。该岛弧链沿印度洋、澳大利亚、太平洋板块聚合部位分布，与俯冲带的火山活动密切相关。金、铜等元素从地壳深部通过岩浆活动上升到地表。著名的斑岩型金-铜矿床有菲律宾的安塔莫凯、阿库潘、巴布亚-新几内亚的布干维尔、奥克-台德、斐济的纳姆索等。此种类型矿床以含矿品位低（Cu 0.4—0.5%、Au 0.2—0.5g/t，有时含Au可达2—3g/t、Ag 1—1.5g/t），矿石储量巨大（可达亿吨）为特征。

（三）斑岩型金矿床为显生宙以来成矿期的典型矿床。最主要的斑岩型金矿床形成于白垩纪—新第三纪（140—1Ma），形成了具有世界意义的环太平洋内带的金-铜成矿省；在晚古生代—早中生代成矿期（320—200Ma），形成有中亚巴尔喀什成矿区科翁拉德、库拉明-费尔干纳成矿带的阿尔马雷克、蒙古额尔登特鄂博、远东马加丹等含金斑岩型铜矿床或铜-钼矿床；而晚前寒武纪—早古生代成矿期（700—450Ma）仅见有少量斑岩型矿床，如哈萨克斯坦西北部含金斑岩型铜矿床、东萨彦岭含金斑岩型钼矿床等。综上所述，斑岩型矿床各成矿期之规模由老至新呈明显增长趋势，即由前寒武纪的小型、单一组成的斑岩型矿床至中生代—新生代巨大型含大量伴生元素的铜、钼、金等矿床。

（四）斑岩型金或金-铜矿床的矿石组成及与之相关的火山深成杂岩不仅取决于所处的大地构造条件，而且也取决于基底岩石特点，因而斑岩型矿床的矿石成分多种多样，如与玄武质火山深成岩带有关的斑岩型金-铜矿床多分布于岛弧边缘带，而且与有关的大洋壳之组成也比较接近（一般大洋壳主要是基性熔岩），与此种火山深成岩带有关的斑岩型矿床均富含金。

（五）矿石围岩蚀变主要有青盘岩化、泥化、硅化、明矾石化、高岭土化等。

（六）斑岩型金-铜矿化作用具有长期、多阶段矿化特点，即成矿作用多与火山-深成岩杂岩最晚期的分异岩体有关，如潘古纳含金斑岩型铜矿床的主期矿化阶段与侵入杂岩分

异的淡色石英闪长岩有关。

（七）浅成低温热液型金-银矿床，在成因上与火山、次火山、大气水下渗环流形成的地下水热液有关。根据容矿围岩的差别，又可划分为：1．火山热液型金矿床：容矿围岩多为火山岩；2．微细浸染型金矿床：容矿围岩以沉积岩为主。根据矿化特点、蚀变分带建立不同围岩中浅成热液金矿成矿模式，对于金矿普查和远景评价具有一定意义。此种类型矿床一般形成于近地表环境的古热泉系统，其垂直分带（自上而下）：(1)硅华带：热泉地表出口处，硅华中含金量高；(2) 硅帽：以硅化、酸淋滤作用为主，火山岩中的硅帽厚达60m，其中广泛地发育有玉髓、蛋白石、高岭石、黄钾铁矾、明矾石、萤石、重晶石等；(3) 富矿带：在热液通道附近，主要是角砾状、网脉状矿石，金、银矿物析出的温度介于280—230℃之间；(4) 贱金属带：该带中金银矿化为铅、锌矿化所代替，高岭土-依利石-蒙脱石化为青盘岩化所代替[42]。

二、关于普查斑岩型金矿床的意见

（一）我国东南部闽浙沿海为中生代陆相火山岩广泛分布地区，属环太平洋大陆边缘带。该区火山岩分布广泛，如福建省火山-深成岩占全省面积的三分之二，而浙江省也占全省近70%的地域。火山岩以中酸性—酸性为主，熔结凝灰岩和破火山口发育，有利于火山热液型金-银系列矿床的形成。近年来，浙东沿海中生代火山岩型金、银或含银（金）多金属矿床的研究表明，该区金、银矿床多属浅成低温热液型矿床，其形成温度为300—78℃；一般矿体埋藏浅（数十至数百米），发育有一套低pH值的蚀变岩石组合，如伊利石化、次生石英岩化、硅化等；成因上与中生代中酸性火山活动和对流的地热水系循环作用过程有关。因此，区域性中—陡倾斜的张性、张扭性断裂带与火山机构的复合具有重要意义，这些部位有利于深部热流体与大气降水的对流，金和银的重复沉淀析出和富集。浙闽火山岩带中火山喷发始于中侏罗世，到晚侏罗—早白垩世最为强烈，属多期次多中心裂隙式喷发，区域火山岩型金银矿化也主要与之有关。如浙江龙泉八宝山金矿床，金矿脉主要赋存于上侏罗统磨石山组下部的流纹-英安质凝灰岩中，部分矿体位于火山岩系与陈蔡群变质岩系接触部位；福建政和锦屏金银矿点位于丽水-政和大断裂之东侧，矿体围岩为下白垩统石帽山群火山岩，近矿围岩蚀变有硅化、绢云母化、黄铁矿化、叶腊石化、绿泥石化、萤石化等。综上所述，产于火山岩中的金银矿，除区域断裂构造控制火山活动外，矿床的形成与火山喷发活动之间具有密切关系，矿体的分布一般主要受火山机构所控制。因此，厚达数千米的浙闽陆相火山岩带（呈北东走向）对于区域普查金、银矿化和远景预测具有重要意义。

（二）东北西部大兴安岭华力西优地槽褶皱带。北部地区为中生代古火山岩所覆盖，古生代地层出露零星；西南部为新生代地层所覆盖。晚古生代海槽坳陷带中发育有巨厚的沉积-火山岩系，厚度大于6000m，火山岩以中酸性为主，具优地槽建造特点。大兴安岭火山岩带受西伯利亚板块与中朝板块南北挤压应力作用和西太平洋板块向北西的俯冲作用，形成以张性为特征的北西向、压扭性为特征的北东向断裂。火山热液型金-银矿化与燕山早期的中酸性次火山岩、英安岩、安山玢岩、闪长玢岩及中侏罗世中酸性火山岩（如流纹质凝灰熔岩、流纹岩）密切相关。矿床多分布于中生代火山盆地构造活动边缘带，金矿化多发育在粗面岩通道中。矿床实例有：呼玛县旁开门金矿床，该矿床位于呼玛南湖通河背

斜西翼，区域广泛发育有上侏罗统甘河组火山岩，属喷溢相富钾质玄武-安山-流纹岩系列及少量爆发相层状凝灰岩、凝灰角砾岩、弱熔结凝灰岩等，为高铝、高钾的钙碱性火山岩，火山具有线性断裂和环形火山凹陷、穹窿构造特点。安山岩普遍经受了后期热液蚀变和改造作用，如绢云母化、高岭土化、蒙脱石化、硅化、碳酸盐化、绿泥石化等。金银矿化主要赋存于含金的硅化角砾岩中，角砾主要是安山岩、安山玄武岩、斜长安山岩、凝灰岩等。矿石铅同位素年龄与本区火山岩一致，其比值与我国中生代火山岩有关的铅同位素比值相当，同时，与地幔铅同位素比值相一致，说明金质来自同源的地幔火山岩浆。此外，硫、氢、氧同位素研究表明，在火山岩浆演化过程中受到大气降水的混染作用，区域金银矿化主要受火山机构控制，而矿区本身即位于复合火山喷发的穹窿构造，矿化富集多局限于火山口附近。

综上所述，大兴安岭中生代火山岩断续分布长达1 200km，宽 150—200km，其北部漠河—额尔古纳右旗的上黑龙江流域属蒙古-鄂霍次克褶皱系的一部分，为重要的金矿化集中区，在成因上与上侏罗—下白垩统火山岩有关。呼玛-爱辉地区属大兴安岭优地槽褶皱系，中生代火山岩发育，呈北东展布，已发现有塔源等金银矿床，表明区域金矿化远景十分可观。此外，大兴安岭中南部发育有上古生界火山-沉积岩系，集中于内蒙古乌兰浩特、新巴尔虎左旗谢尔塔拉一带，形成一套海相火山-碳酸盐或火山碎屑岩组合；西拉木伦河以北，大面积中生代火山岩（晚侏罗世）发育。上述地区均可做为普查火山热液型金矿的远景区。

（三）黑龙江省北部嘉荫-鹤岗金矿化区❶，佳木斯隆起与乌拉嘎中生代断陷盆地的接合部位，应普查团结沟式金矿床（金矿体主要赋存于下白垩统的斜长花岗斑岩中）。黑龙江省东部东宁，吉林延边、桦甸地区，在中生代火山断陷盆地中发育有中—晚侏罗世中酸性火山岩(安山岩为主)，应注意寻找类似于汪清刺猬沟、延吉五凤、海龙香炉碗子等斑岩型金矿床。一般此类型金矿床多产出于断陷盆地的边缘。

（四）我国滇西与泰国西北部同属印支褶皱系的一部分，在我国境内称为三江褶皱系。泰国北部的难府和难江流域为斑岩型金矿带，滇西兰坪-思茅中生代盆地与之断续相连；澜沧江热液型锑-金矿带可与泰国的清莱断裂带相对比，该断裂带亦为锑-金矿带，因此，滇西可能成为火山热液型金矿化远景区，其中斑岩型、浅成热液型及与基性火山岩、蛇绿岩有关的金矿床可能是最有希望的成因类型。

（五）岛弧区斑岩型金矿床，在我国台湾省仍有普查远景。1987年曾报导台湾中央山脉屏风山发现了富金斑岩型矿床，成因上与中新世火山岩有关，与金瓜石矿床在成因上相类似。此外，在屏风山西麓并有大量砂金分布。

第三节 构造-岩浆活化区金的成矿作用

东亚北部（包括东西伯利亚、后贝加尔、外兴安岭、滨海区）属环太平洋大陆边缘带，为大陆向大洋的过渡带，伴随有强烈的中生代火山活动和金属成矿作用，以金、稀有元素深成矿化作用为特征。过去认为上述矿化成因多与侵入岩密切相关，而实际上亚洲东

---

❶ 毋瑞身等，1985，中国金矿成矿规律的初步研究。

部边缘火山带中金矿化具有重要意义。大陆边缘火山带的形成与中生代构造-岩浆活化作用有关，火山带的分布受中生代末一新第三纪深断裂的控制。

构造-岩浆活化作用在苏联远东、蒙古及我国东北、华北等地十分发育，伴随有中生代金属元素的成矿作用。在构造单元划分上，此种活化区可与地台、地槽相齐名。构造-岩浆活化作用形成于大陆地壳环境，该过程伴随有强烈的褶皱或地台改造、岩浆活动等。地块上升和构造运动是形成构造-岩浆活化区的重要因素，与玄武岩、花岗岩岩浆相关的岩浆岩系列以碱性偏高、成分差异明显为特征[7,28,35]，同时伴随有断裂带的发育。构造-岩浆活化旋回与地槽旋回发育的方向相反，活化作用始于地壳的上升，其后才下沉形成坳陷，因此，活化区的岩浆作用的方向性亦相反，即开始于酸—中性岩浆活动，而其后为基性岩浆所取代。

现以东西伯利亚活化区为例[22]，说明如下：该区中—新生代构造-岩浆活化作用频繁，特别是在西伯利亚地台南缘、后贝加尔、外兴安岭最为发育。中生代构造-岩浆旋回改造了东西伯利亚地区的壳层，并形成了多期次、多来源矿化作用，因此，在进行金的成矿区划时应充分地考虑到构造-岩浆活化作用特点。与大陆地块构造-岩浆活化作用相关，地壳和上地幔物质组分重新分配，成矿元素富集并形成有工业意义矿床。活化区的地球化学演化具有专属性成矿省（带）的特点，主要受地壳和下地壳物质分异作用所制约，一般多发生于地台发育阶段或地槽-褶皱发育阶段，活化过程可促进地幔物质带入地壳。一般情况下可以改变大陆地块的成矿面貌，特别是该作用出现于地台上有大量玄武岩浆贯入的情况下，形成亲铜元素、亲石元素矿床，如黑龙江流域、后贝加尔等地的金-稀有金属地球化学省。又如滨海区属亲铜地球化学专属性基底，通过沿深大断裂带发育的构造-岩浆活化作用，可以导致亲铜元素的带入和再分配作用，并形成巨大的成矿省，大多数内生金属矿床形成于中生代构造-岩浆活化的终期阶段，即强烈的岩浆活动基本上结束阶段，也是热液活动鼎盛时期。在空间上，矿化集中于浅部或稍深部位，矿质析出具有明显的分带性，如锡-钨的成矿作用远远早于金和多金属成矿作用，而热液活动结束阶段则多发生钼-铀和萤石成矿作用。因此，后贝加尔、远东的活化区均有萤石矿床分布，故一些学者认为：萤石矿床可作为构造-岩浆活化区的标志。

以外兴安岭地区为例，该区为典型的中生代火山-深成岩区，沿西伯利亚地台东南边缘分布，延伸1 500km，宽150—300km。在前寒武系基底之上发育有第一阶段（$T—J_2$）的强烈拱形隆起，并伴随形成有闪长岩-花岗闪长岩-花岗岩深成似岩基型侵入体，与之同时，在火山盆地中发育有安山-流纹质火山岩建造；第二阶段（$J_2—K_1$）形成分异型地块，伴随有火山深成杂岩体形成（安山-英安-流纹岩建造和闪长-花岗闪长-花岗-花岗正长岩建造）。

外兴安岭以Au-Mo专属性成矿为特征，其中金的主要矿石建造有：金-石英-少硫化物及金-铜-钼建造，含有较高的铜、铅、锌硫化物，并常伴随有银-铅、汞-锑、钨矿化。金的成矿作用主要集中于：1．北外兴安岭带，发育有少硫化物型金-石英建造、金-铜-钼建造，成因上与活化的第二阶段（$J_2—K_1$）花岗闪长岩-花岗岩侵入作用密切相关，矿化主要集中于侵入体及火山岩层中，以不连续的脉状、网脉状矿体分布为特征，矿石矿物有自然金、黄铜矿、辉钼矿、方铅矿、白钨矿、闪锌矿等；2．南部札杜林成矿带，见有含金退变岩及金-石英建造矿床。

又如南雅库特地区，主要发育有陆相火山岩盆地（J—K）和局部深成岩浆作用，属碱性白榴石正长岩及钙碱性安山-英安-流纹岩建造，并形成浅成小侵入体。金矿化主要分布于火山盆地的边缘部位。脉状金-石英-少硫化物矿化建造多出现在碱性岩浆杂岩体中；金-石英-玉髓、金-石英-辉钼矿、含金斑岩型矿化建造多局限于南部火山岩分布地区。

近年来，在西伯利亚地台、阿尔泰-萨彦岭褶皱带等内大陆活化区发现大量的环状火山-深成岩构造，成因上与二长安山岩系列岩浆作用有关，对于金属矿床的形成作用和分布具有重要意义。在西伯利亚地台南部已发现有15个直径达100—700km的环状构造，其中心分布有深成岩浆岩-金伯利岩、基性-超基性岩、碱性正长岩，至边部发育有花岗岩。按规模大小可划分环状构造如下：Ⅰ级环状构造，一般可用宇航照片确定，直径200—1 000km，属深部构造活动带，具有长期演化发育特点；Ⅱ级环状构造，火山机构直径35—120km，与深部断裂构造密切相关，具控矿特点；Ⅲ级环状构造，大多为古火山管道、火山颈，发育有放射状、环状构造裂隙，具容矿构造特点。以后贝加尔一个环状火山-深成岩构造为例[45]，该环状构造直径35—40km，其中发现有金、铅-锌、钨、锡矿化点43处，分布于火山岩体中者18个、花岗岩体中者18个、接触带上者7个（图52）。此种矿化多样的环状构造在后贝加尔地区已发现20余处，为该区内生金矿床的重要类型之一，也是亚洲

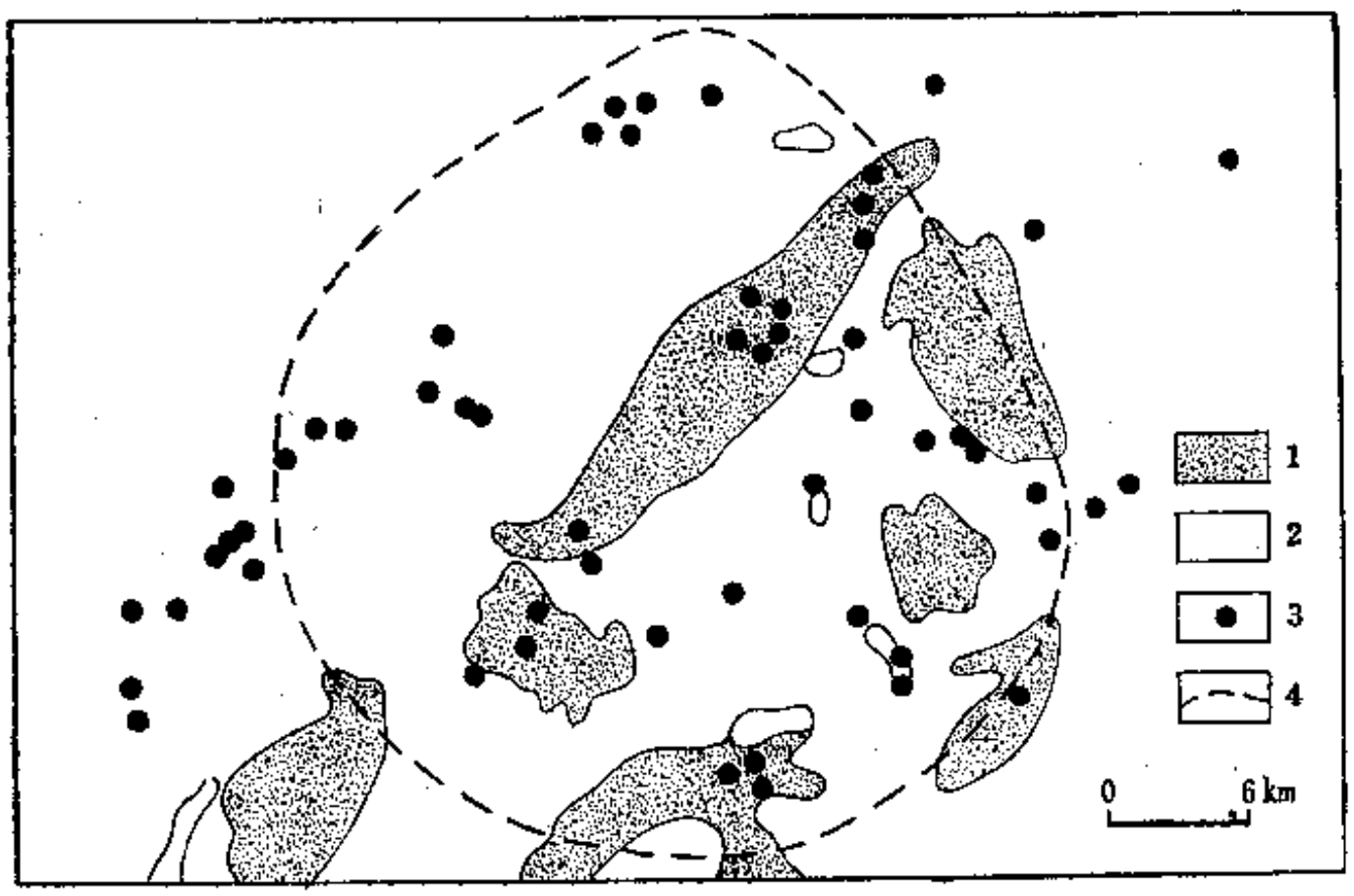


图 52　后贝加尔成矿-岩浆体系和环状构造示意图

（按Л·塔乌松，1987）

Fig. 52　A ring structure and metallogenic-magmatic system in Back Baikal

1—喷出岩；2—花岗岩类；3—Au、Pb、Zn、Sn、W、Cu、萤石矿床（点）；4—根据地球物理资料划定的环状构造界线

东部中生代地台活化区金矿床重要成因类型之一。

我国东部地区（银川-昆明深断裂系以东）[9]，自中生代以来，受太平洋板块扩张的影响，构造-岩浆活化作用十分强烈，形成格状断块构造，同时，伴随有大量中酸性及少量基性岩侵入和喷发活动，并有金属矿化形成。以华北地台北缘为例，中生代以来壳下层受

太平洋板块的挤压发生隆起和拗陷，致使壳上层发生张裂与挤压，形成燕辽台褶带，在隆起区出现中生代花岗岩侵入作用，在坳陷区则分布有中生代沉积火山岩，在隆起区和坳陷区的转换处则发生断裂，为金属成矿的集中部位，其中金矿化往往多与中酸性火山岩、花岗-花岗闪长岩系列有关。金矿化远景区有华北地台北缘的燕辽台褶带，中生代晚期构造-岩浆活化作用强烈，花岗岩-花岗闪长岩-闪长岩及花岗斑岩侵入作用频繁，侏罗纪火山盆地断续分布，火山与岩浆侵入作用具有多期次、多旋回、组成变化大等特点，空间上受青龙—锦西东西向断裂、女儿河、药王庙等北东、北北东向断裂控制，$^{87}Sr/^{86}Sr$之初始值为0.703—0.705，表明火山-侵入岩来自上地幔，并混染有壳源物质的特点。自山海关隆起区至辽西坳陷区金矿化普遍。典型金矿床实例有河北宽城峪耳崖(与燕山期花岗岩有关)、辽宁锦西水泉（成因上与中生代花岗斑岩有关)、义县红石砬子(与侏罗纪火山岩有关)等[8]。

东北东部小兴安岭-老爷岭断裂隆起区亦为重要的中生代构造-岩浆活化区，在中生代断陷盆地边缘分布有刺猬沟、五凤、香炉碗子等火山热液型金矿床或金银矿床，区域上金银成矿远景十分可观。近年来，通过1:20万及1:5万化探扫面工作，在吉林省龙岗山脉北坡发现红石-羊家店金-银矿化远景区。该区太古界变质岩系基底之上覆盖有中生代晚侏罗世火山岩，并沿北东向区域断裂带有燕山期花岗岩、黑云母花岗岩小侵入体贯入，伴随有金矿化作用；通过航片、卫片分析和航磁、地磁、重力等异常的解译，发现有一系列环状构造和3处热液充填型石英脉含金矿化，成因上与燕山期花岗岩小侵入体有关。从而表明该区具有一定成矿远景。

综上所述，华北地台南北缘、东北北部华力西地槽褶皱带受中生代构造岩浆活化作用的影响，具有金成矿作用之地质条件，通过综合地质普查资料分析和物、化探资料的解译，表明今后找金的远景十分广阔。

第四节　关于前寒武系绿岩带金矿床

近25年来，对世界上新发现具有全球性意义的金矿床(>100t)实例的研究表明，前寒武纪地盾区太古代绿岩带中石英脉型金矿床仍居首要地位，其中加拿大的波秋潘地区已产金1 650t、西澳的卡尔古利1 200t、印度的科拉尔>1 000t等。80年代初，在加拿大太古代绿岩带（安大略省中部苏必利尔湖东北）发现产出于绢云母化片岩中细粒浸染型金矿床（霍姆洛），该矿床储量超过690t，品位8.5g/t，为近25年来金矿找矿方面的最大突破性成果，从而开阔了太古代层控浸染状、埋藏浅类型金矿床的找矿远景。由于太古代绿岩带分布广，容矿岩石多种多样（如镁铁质火山岩、长英质侵入岩、层状硅铁建造等）及物化探综合进行深部找矿和综合远景评价等方法日臻完善，因此，今后很长一段时间前寒武纪绿岩带型金矿床仍可作为金矿普查找矿的重要类型之一。但是，亚洲大陆北部的前寒武纪地台区（如西伯利亚地台、阿尔丹地盾、华北地台等）有利于石英脉型金矿床的形成条件（如橄榄质科马提岩，含金丰度可达0.4ppm；容矿的中酸性火山碎屑岩；花岗岩化带；构造断裂和片理化带等）不够发育，至今尚未发现如西澳、加拿大典型的绿岩带金矿床。华北地台南北缘分布的变质热液型金矿床，如吉林省夹皮沟，河北金厂峪、小营盘，豫陕小秦岭地区金矿等，其围岩大多为镁铁质—超镁铁质的拉斑玄武岩系列(其含金丰度比科马提岩低1—2数量级)，矿床成因与中生代活化作用密切相关。由于本区含金绿岩带本身规

模的局限性和成因上的差异，亚洲北部前寒武纪变质岩系中多形成同生-后生型含金石英脉型矿床，一般规模较小，矿脉多集中于深成交代带（角闪岩相过渡为绿片岩相部位），含金溶液具高温（400℃）、弱碱性，伴随有As、Sb、Hg等矿化特点。目前尚未找到类似加拿大阿必提比或西澳卡尔古利等绿岩带特大型金矿床。

太古界绿岩带石英脉型金矿床找矿靶区：

1．铁岭-靖宇隆起区

该区鞍山群（自下而上）划分为：四道砬子河组、杨家店组、夹皮沟组、三道沟组，其中三道沟组为中酸性—基性火山岩和条带状硅铁建造（阿尔果玛型）；夹皮沟组为含金的中基性火山岩建造，变质后形成斜长角闪岩、云闪斜长片麻岩，在太古代末期区域变质作用过程中形成夹皮沟金矿床。今后应注意在相应的层位普查夹皮沟型金矿，同时，应注意寻找含金-硫化物型铁硅建造。

2．张家口-赤峰（内蒙地轴东段）隆起区

西部张家口—赤城一线金矿床（化）集中于太古界桑干群谷嘴子组，东部赤峰—北票一带金矿化集中于建平群小塔子沟组中基性变质岩系。在其中应注意寻找小营盘、金厂沟梁式金矿床。

3．马兰峪-山海关隆起区

在迁西群（特别是下部的上川组）中应注意普查金厂峪型金矿床。此外，该区东南部的迁安—滦县一带发育有条带状磁铁石英岩建造，对其中硫化物矿化集中部位应注意金矿化的检查工作，原因是金与硫化物密切伴生，一般阿尔果玛型铁硅建造中磁铁矿条带含金丰度为0.02—0.06 ppm，而硫化物-燧石条带含金量为0.76 ppm。

4．宽甸-营口隆起区

在鞍山群发育地区的深断裂带附近，应注意焦家式金矿化普查工作。在鞍本地区应注意条带状磁铁石英岩建造含金性的检查工作。

5．豫陕小秦岭地区

在太华群中下部应注意寻找杨砦峪型金矿床。

第五节　关于微细浸染型（卡林型）金矿床

此种类型矿床属于浅成条件下，由新期火山作用加热于循环的大气水热液系统而形成的低温浸染交代型矿床。热液通过陡倾斜断层上升到渗透性较高的薄层粉屑岩及碳酸盐岩层中，溶解了碳酸盐，并同时析出石英、黄铁矿和微细金(或次显微胶状金)；与之同时，热液还带入有Al、K、Ba及有机质，与金矿化紧密伴生的还有Ag、As、Sb、Zn、Cu等元素的富集。其形成的温度条件为300℃，压力条件为10^8Pa。围岩蚀变以硅化为主。

近年来，在位于印支褶皱系的越南、泰国，海西褶皱系的苏联中亚库拉明矿带的古生代陆源碳酸盐沉积中发现有微细浸染型金矿床。

自70年代以来，我国开始重视微细浸染型金矿床的找矿工作，先后在扬子准地台西南缘的黔西南、桂西北地区的二叠系上统龙潭组的底部和三叠系中统新苑组的中下部(钙质泥岩类砂岩、泥灰岩类钙质泥岩、含碳粘土岩、粉砂岩等）发现有微细浸染型金矿床（册亨、板其、丫他），其后在广西右江冒地槽天安背斜北翼的田阳发现了叫曼等微细浸染型

金矿床。近年来，在秦祁昆多旋回地槽褶皱带的太白-镇平华力西褶皱带东部发现了祈子堂、蚕头山（商南—丹凤—镇平一带），西部发现了双王、二台子（太白—镇安—山阳一带）等微细浸染型金矿床。在空间上矿体呈北西西向分布，东段受泥盆系，西段受元古界宽坪群的混杂堆积所控制，金矿床的分布受古板块的构造格局所控制。上述地区是当前微细浸染型金矿床最有远景的地区。

此外，在黔东北（铜仁、万山、玉屏、凯里、三都一带）至湘西北、鄂西南全长660 km的扬子台褶带西段，微细浸染型金矿化（如贵州的苗隆、丹寨等）与汞、锑矿带密切伴生；而扬子台褶带的东段的长江中下游的Fe、Cu、多金属成矿带中也伴随有微细浸染型金矿化，如安徽的马山、新桥，江西洋鸡山，湖北的牛山、花梅垴、鸡冠嘴、鸡笼山等；四川西部松潘—甘孜—康定—木里一线，已发现东北寨、丘洛等金矿床，矿化主要赋存于扬子准地台西部边缘与松潘-甘孜印支地槽褶皱系东部边缘之接合部位，并偏向地槽一侧；湖南省中部衡东、冷水江、邵阳、隆回一带已发现石峡、高家坳、隆回等金矿化地，矿化主要赋存于扬子准地台与华南加里东褶皱带的接合部位；桂东南容县—北流—博白一带亦发现金矿化，主要赋存于云开褶皱系西南缘与赣湘桂粤褶皱带的接合部位。以上地区的古生代沉积-火山岩系亦可作为微细浸染型金矿的找矿靶区。

应当指出，在普查此种类型金矿床时，不仅要应用“就矿找矿”的概念，更重要的是突破这一概念，在开拓新的找矿靶区时进行科学的预测和评价，根据特定的地质模式和近代成矿理论选择普查找矿靶区，即应当综合考虑有利于微细浸染型金矿化的区域岩石组合、岩石物理化学性质、矿物组合、蚀变特点、构造条件（如陡倾斜断裂等）及地球化学特点等。同时强调热源、蚀变及隐伏岩体等因素，如侵入体顶盖、硅化帽、硅化角砾岩带等均为浸染型金矿化之有利部位。

第六节　我国边疆若干省区金矿远景探讨

近年来，找矿实践表明，金矿找矿工作不能仅仅停留在“就矿找矿”、“地质、物化探综合找矿”上，应当在金矿成矿理论、金矿床新类型、成矿模式、区域金矿控矿条件、矿化系列综合对比分析的基础上，有针对性地选择矿化类型、靶区，进行远景评价，提高地质找矿预测的科学性和准确性。当前，我国黄金地质工作重点应放在特大型矿床的普查、勘探工作上，才能满足我国2000年时对于黄金产量的需求。前已述及，增产黄金的主要途径是发现新的矿床（类型）、开发大型矿山，美国、苏联、日本、菲律宾等国黄金生产历史表明，黄金生产总量绝大部分来自大型矿山，因此，今后我国黄金地质工作应当将科学地进行找矿和预测评价放在首要位置。现将我国边疆省区金矿远景预测分别简述如下：

一、辽　宁　省

辽宁东部与相毗邻的朝鲜北部同为中朝地台中生代构造-岩浆活化区。朝鲜平安北道重要的大型金矿床和中生代花岗岩体明显地受一系列北西向断裂构造控制，如最东部的平北断裂控制着大榆洞、云山、竹大矿床和端川花岗岩体（J_2）的分布；天摩-永山断裂控制了造岳、天摩、九岩、龟城等金矿床及一系列中生代花岗岩的分布；新义州-定州断裂控制了宣川、铁山、吉祥等金矿床分布。与上述金矿床控矿断裂相对应，在辽宁南部地区

也发现了一系列北西向断裂构造❶，如南口前-万宝、本溪-宽甸、灯塔-古楼子、鞍山-丹东等断裂构造带。上述断裂自太古代以来，特别是中生代活动强烈，控制与金矿密切相关的华力西—燕山晚期的花岗岩类岩体（如长甸、甬子峪、白水寺等花岗岩体）的分布，同时，控制了丹东五龙、四道沟，清原下大堡子、暖泉子等金矿点的分布。应当指出，鸭绿江两侧金矿成矿的地层条件和构造控矿条件等方面可以对比，而且自中生代以来，鸭绿江断裂未见有明显的水平位移。

辽宁南部地处营口-宽甸隆起区，为重要的金矿集中区之一，已发现的金矿床有白云、四道沟、猫岭等，其中大多数均与辽河群盖县组（Pt_3）有关，同时，受构造控制明显。今后除进一步对比胶东、朝鲜北部区域金矿成矿条件和分布规律外，应当深入研究郯庐断裂、鸭绿江断裂及其次级断裂构造对区域金矿化分布的影响，以期更准确地缩小靶区。此外，在鞍山群发育地区的深断裂带附近应当注意焦家式金矿的普查找矿工作。

二、吉林省

南部属铁岭-靖宇隆起区，首先应当普查夹皮沟式金矿床，即对龙岗群上部的夹皮沟组、三道沟组的斜长-角闪岩、云闪斜长片麻岩（中基性火山岩建造）注意检查，同时，对于三道沟组的阿尔果玛型层状铁矿建造（BIF 建造），应当注意与硫化物密切相关的金矿化。

对通化地区集安群清河组（Pt_3）含石墨大理岩、石墨变粒岩，应普查金厂沟、西岔类型金矿床。

延边地区属滨太平洋华力西优地槽褶皱系，区内发育有华力西晚期的中基性—中酸性花岗岩及燕山期花岗岩侵入作用，并形成岩浆热液型金铜矿床（如珲春小西南岔等）。至中生代受构造-岩浆活化作用影响，形成东西向断陷盆地，其南缘为延吉-珲春中晚侏罗世火山岩带，其中分布有五凤等火山热液型金矿床；北缘为汪清、金仓等中生代火山盆地，其中赋存有刺猬沟等火山热液型金矿床。该地区金矿化与苏联远东滨海区南部相近似。

此外，龙岗山脉北坡红石—羊家店一带，晚侏罗世火山岩覆盖于太古代变质岩系及混合花岗岩之上，同时，沿北东向区域断裂带有燕山期花岗岩小侵入体贯入，通过航磁、卫片、航照、重力等测量，发现有一系列环状火山-深成岩建造（Mz），为岩浆热液、火山热液型金矿化之重要远景区。

三、黑龙江省

北部爱辉-呼玛地区、张广才岭属大兴安岭华力西优地槽褶皱带，而佳木斯隆起区为加里东褶皱系，在中—新生代均发育有构造-岩浆活化作用，可与苏联远东南部黑龙江流域金的成矿作用相对比。本区应注意与中生代花岗岩类小侵入体有关的岩浆热液型金矿床的普查找矿工作，现已发现有爱辉24号桥（成因上与华力西中期的花岗闪长岩有关）、嘉荫平顶山金矿床(与元古代交代-重熔花岗岩有关)。此外，在陆相火山岩发育地区，应注意浅成低温火山热液型金矿床的找矿工作，成因上多与钠质火山岩（安山-流纹岩建造)有关。

---

❶ 范垂祥，1988，辽东北西向断裂构造及与朝鲜北西向控金构造的关联。

从时代对比来看，苏联远东地区地层时代和岩浆活动时期，一般比我国东北地区所确定的时代晚一个世。

此外，黑龙江省东南部的鸡西—东宁属延边华力西地槽褶皱系，已发现有东宁金厂等金矿床，属岩浆热液型，成因上与华力西期斜长花岗岩有关。本区与延边珲春小西南岔金-铜成矿带相连。今后应注意在中酸性小侵入体发育地区及中—新生代火山断陷盆地的边缘部位开展岩浆热液型和火山热液型金矿床的普查工作。

四、内蒙古

该自治区横亘于我国北方，大部分属华北地台之北缘。在北部黑龙江上游与额尔古纳河流域为蒙古-鄂霍次克褶皱系延伸进入我国的一部分，属大兴安岭华力西优地槽褶皱系，长1 500km，宽150—200km，区域主要发育有元古界兴华渡口群及上元古界—下古生界额尔古纳群变质岩系，以结晶片岩、绿色片岩、碳质黑云-石英片岩为主，一般含金丰度值较高，可能系区域变质热液型金矿化来源之一。这些岩系受华力西期花岗岩，特别是中生代构造-岩浆活化作用过程中，受燕山期花岗岩类小侵入体、上侏罗—下白垩统火山岩影响形成金矿化。与蒙古东部中生代构造-岩浆活化区对比表明，本区金矿化远景十分广阔。近年来，在乌兰浩特—新巴尔虎左旗谢尔塔拉一带发现有斑岩型、火山热液型金、金-铜矿带，如八大关-乌努克头山（斑岩型含金铜-钼矿床）、朝不楞、乌兰陶勒盖等矿床。此外，根据与蒙古东部地区对比，本区应注意金-稀有元素（含电气石的钨、锡）矿床的普查找矿工作。

此外，内蒙地轴的中西段白云鄂博、白乃庙地区位于华北地台北缘，北与内蒙华力西地槽褶皱带相接。区域发育有太古界集宁群，以富镁铁质硅酸盐变质岩系（斜长角闪岩）为主，其中发育有含金石英脉；元古界白云鄂博群以浅变质陆源碎屑岩系、碳酸盐系为主，其中见有黄铁矿化含碳砂页岩系，可能有变质热液型金矿化。该区东北部地槽褶皱带中发育有上志留统白乃庙群浅变质岩系，以绿片岩、石英片岩、石英岩、变质砂岩、凝灰岩为主，其中见有白乃庙石英脉型金矿床，成因上与华力西晚期花岗闪长岩、花岗闪长斑岩有关。

五、新　疆

新疆北部，东与蒙古相邻，西与苏联中亚相接，为乌拉尔-蒙古褶皱系的一部分；西南部与塔吉克、帕米尔、巴基斯坦接壤，为地中海-喜马拉雅阿尔卑斯褶皱系的一部分。区域金矿化远景区有：

（一）阿尔泰地区

为阿尔泰-萨彦岭褶皱系的南延部分，金的成矿时代以华力西期为主。通过与苏联中亚地区相对比，区域金矿化以含金黄铁矿型多金属、铜矿床为主，矿化围岩为中—晚泥盆世玄武-流纹岩系列，矿田、矿床受北西及近东西向断裂构造控制。在下—中石炭统含碳砂页岩或与酸性侵入岩之接触带上亦见有变质热液型金-硫化物建造矿床，如多拉纳萨依等。与蒙古西部湖区博尔促-乌拉相对比，今后亦应注意与上古生代基性火山岩相关的含金黄铁矿型铜矿床的找矿工作。

（二）西准噶尔地区

为准噶尔-巴尔喀什海西褶皱带的东延部分，区域主要分布有奥陶—泥盆纪火山及火山碎屑岩建造、碳酸盐及细碧角斑岩建造，至石炭纪地槽回返，形成褶皱构造，以碎屑火山岩建造为主。海西中晚期岩浆活动强烈。区域金矿化在成因上多与华力西晚期钾质花岗岩有关，属中高温（200—360℃）岩浆热液石英脉型金矿床。

区域金矿化受深断裂构造控制明显。近年来，通过1:20万国土卫星遥感图象，在托里地区发现了两条东西向深断裂带，区域金矿床的形成与深断裂附近的基性—超基性岩及中基性火山岩密切相关，如萨尔托海-哈图、庙儿沟-库甫、包古图-喀里等地所见。同时，在卫星图象上也反映有古地热异常（中酸性岩浆形成的热环形构造）、古火山机构、低变质绿片岩相带等。因此，该区金矿成矿条件优越，远景十分可观。

（三）天山地区

与苏联南天山克孜尔库姆金矿床相对比，本区应注意上元古界—古生界含碳的粉砂岩、页岩、火山-陆源岩系中变质热液型（或同生-后生型）金矿床的普查找矿工作，围岩中含有机碳一般在1.2—5%之间，含金丰度值在5ppb以上。此外，在华力西期花岗岩发育部位，应注意普查岩浆热液型或接触交代型金矿床。

（四）南疆帕米尔-昆仑山地区

与塔吉克、阿富汗等地金矿化分布、成因类型对比，本区应普查成因上与华力西期花岗岩类有关的岩浆热液型含金石英脉型矿床及新生代（渐新世—中新世）中基性小侵入体有关的接触交代型或石英脉型金矿床。围岩多系古生代—中生代碳酸盐岩或陆源沉积岩。

六、西　　藏

南部雅鲁藏布江流域基底为前寒武纪变质岩系，分布广泛，古生代为地台型沉积建造。藏南特提斯褶皱带，发育有中生代碎屑岩、复理石沉积，并见有典型海相喷发岩（中基性火山岩为主）及硅质岩（J—K_2），并为晚第三纪花岗岩侵入体所穿切。沿雅鲁藏布江发育有蛇绿岩带．自下而上可划分为：超基性岩（地幔岩）、基性岩、席状岩墙群、枕状熔岩、硅质岩等，其形成时代为晚白垩纪—新第三纪。

沿印度河-雅鲁藏布江缝合线盛产砂金，此外，在象泉河流域砂金广布，金可能来源于冈底斯新期花岗岩（燕山期、喜马拉雅期）或蛇绿岩。

在墨竹工卡附近，燕山期花岗岩与侏罗系大理岩之接触带上见有矽卡岩型含金多金属矿化，含有伴生金，品位较高，此种类型金矿化远景颇大。

藏北班公湖-丁青-怒江深断裂以南，冈底斯花岗岩带以北有大片古生界浅变质岩系发育，这一地区应注意变质热液型金矿床的普查找矿工作。

七、滇西、川西南地区

属印支地槽褶皱系。云南澜沧江断裂带以西的保山-思茅地区可与缅甸东部、泰国北部的下古生界相对比，为掸邦中间地块的北延部分。其东侧为晚古生代—早中生代地槽褶皱系，发育有复理石-火山岩、蛇绿岩、混杂岩建造，沿泰国清迈、清莱向北延伸；其西侧为新生代坳陷带，发育有巨厚的晚白垩世—中新世海相、陆相沉积及上新世—第四纪安山质火山岩等。

从缅甸中央带北部文多-密支那-胡岗金矿化集中区和泰国西部北碧-普吉金矿化集中

区来看，滇西、川西南地区应注意普查与燕山晚期—喜马拉雅早期中酸性小侵入体有关的浅成斑岩型或火山热液型金矿床。此种类型矿床一般多分布于中生代火山盆地（如兰坪、思茅等）的边部。泰国西北部的清莱、清迈断裂带以锑-金矿化为特征，并与我国澜沧江断裂带相连，为火山热液型金、金-银矿化之重要远景区。此外，沿澜沧江断裂发育有古生代（？）基性火山岩、蛇绿岩带，亦可能成为金矿化远景区。

滇东南元江流域属哀牢山变质带与越西北印支褶皱系的范士班变质带相接，区域金矿化以变质热液型为主，重要的矿床有墨江金厂等。矿化围岩为古生代砂板岩，成因上与华力西期超基性岩有关，可与越西北的卫村、塔绍金矿床（产于上古生界及三叠系陆源碎屑岩、碳酸盐建造中）相对比。

八、广西西部地区

属华南褶皱系的一部分，区域上金矿床多赋存于石炭系黄龙组上部生物碎屑灰岩（如田阳叫曼）或石炭—二叠—三叠系碳酸盐岩破碎带中，金矿床以微细浸染型为主，可与贵州西南部、越南北部的微细浸染型金矿床相对比。

九、台湾

属西太平洋岛弧地槽褶皱系，为环太平洋火山热液金铜成矿带的一环。与日本、菲律宾相一致，金矿床形成于新第三纪（中新世—上新世），成因上与钙碱性英安岩有关。典型矿床有金瓜石、瑞芳等，含金重晶石-石英-褐铁矿矿脉赋存于中新统砂岩、页岩及英安质火山岩中，空间上受近南北向断裂构造所控制。据1987年有关报导，在中央山脉屏风山发现了富金矿床，成因上与金瓜石矿床相近。附近砂金遍布，远景可观。

第三章　金矿地质工作的回顾与展望

当前，我国正在蓬蓬勃勃地开展黄金地质普查找矿工作，以期在不久的将来找到全球性特大型金矿床（储量＞100 t）方面取得突破性成果。因此，收集和分 析当今 特大型金矿床的发现史、普查勘探的最新成果十分必要，尤其是，地理条件上与我国相邻的国家和地区金矿的普查勘探经验、区域成矿条件与分布规律等方面的总结，对于我国黄金地质工作中的区域对比、远景预测、科学地选择找矿靶区等十分有益。根据金矿找矿实践和成矿理论的最新进展，应重新研究和制定今后的金矿找矿策略。

近年来，地表浅成易于开发的金矿床日益减少，储量也日趋枯竭，因此，促使人们一方面到开发较晚的边远地区进行普查找矿，在这种情况下，勘探和开发所需费用一般多成倍地增长；另一方面向深部开拓寻找盲矿体和埋藏矿体，因之需要动用大量的山地工程和钻探、取样等，所需经费亦十分庞大。为此，地质找矿工作者应用间接的地质找矿标志和方法（如地球物理、地球化学等），并已取得了良好的效果。所以，应当建立新的普查勘探技术系统，即不仅要考虑到地质信息，同时，应综合分析地球物理、地球化学等方面的信息及其应用，以不断发展的矿床成因理论、找矿成果，为普查、勘探金矿服务。例如，一些矿床学者认为：单一矿床是巨大矿带的一部分、一个环节；矿床、矿体应看作是地壳中岩浆熔体冷凝、结晶（深度4—5km）、交代、热液活动的产物。由于岩浆熔体的区域性地球化学类型不同，故其潜在的含矿性及与之相关的矿床亦各异。大多数情况下，这种矿石-岩浆系表现为环状火山-深成岩构造，如后贝加尔一个直径 35—40km 的环状火山-深成岩构造中，往往可以出现30—40个金、铅、锌、钨、锡、铜等矿床（点）(图52)，仅后贝加尔地区此种环状火山-深成岩构造已发现20余处，成为该区内生金矿 床的重要 类型之一。据估计，后贝加尔地区年产黄金占苏联黄金总量（271 t，1985年）的8%，即22 t。环状火山-深成岩构造广泛地发育在内大陆活动带，成因上与二长安山岩系列岩浆岩有关。又如，美国西部内华达州，在60年代后期发现了近南北向微细浸染型金矿带，以卡林金矿床为代表。根据矿物-地球化学组合，微细 金主要浸 染于石英、水云母、粘土、非晶质碳等矿物中，矿化明显地受陡倾斜构造和层位、岩性等控制特点，先后发现了 20 余 处 大、中型矿床，其中卡林金矿已产金110 t，金-库利保有储量 285 t，尤利特峡谷 78 t。由于工业选矿技术的改进，堆浸淋滤法的应用，金最低可采品位已由60年代末的 9—10g/t，下降到近年的1.2—3.8g/t，成为美国黄金的主要来源。

通过上述实例，可以认为开展黄金地质普查找矿、勘探过程中，在综合分析区域地质成矿条件的基础上，进行有效的区域对比和科学的远景预测是完全可能的。

我国周边国家和毗邻地区黄金的储量和产量均占有重要地位，以1985—1986年不完全统计，这一地区黄金的储量在8 000—8 300 t 之间，仅西太平洋岛弧 新 第三纪火山岩型金矿储量即达5 000 t，年平均产 量为 390—420 t。因此，研究这一地区金矿地 质和开发趋势、成矿条件和分布规律，并与我国具 体的地质 条件进行 对比，辨明我国 黄金地质之优势，科学地进行普查找矿和远景预测是十分必要的。

以苏联为例，近年来，在认识金矿床区域性分布规律、矿床成因类型、远景预测等方面均取得了重大进展。其中：1．前寒武纪层控型金矿床的研究，如前寒武纪杂岩的含金性地球化学、矿物学、金的迁移和富集及其与变质作用的关系等；2．扩大了以成矿理论为前提的普查找矿工作，如火山杂岩含金性及其与之相关的金矿床成矿作用的研究导致了在苏联东部地区火山岩带发现了大量金和金-银矿床，其成因类型包括斑岩型和浅成低温热液型矿床。近年来，金矿床、金-银矿床的重大发现也表明，环太平洋成矿带的中—新生代火山杂岩具有明显的金-银成矿专属性；3．中亚、西伯利亚等地区元古界—古生界含碳黑色页岩建造的含金性及与之相关的变质热液成因的金矿化（同生-后生成因）的研究，从而发现了中亚的穆龙套、叶尼塞山脊区的苏维埃金矿床等；4．区域成矿规律的研究和对比，开辟新的矿化区，往往在研究程度很高的地区还可以找到新的远景区、新的类型矿床或该区非传统性矿化带等，如过去认为：仅苏联东北地区为典型的锡-金成矿带，通过近年来的普查勘探工作和对比，锡-金也成为中亚地区具有特征性的配对矿化元素。

根据周边国家和地区黄金地质资源形势，展望我国公元2000年黄金生产的前景是十分乐观的。届时正值我国“九五”、“十五”计划期间，国民经济生产总值翻了两番，随着工业科学技术的飞速发展和人民群众生活水平的日益提高，对于黄金的需求也将急剧增长❶。因此，在今后12年中黄金产量和储量的增长应保持相应的水平，同时，应有足够数量的大型新矿山投产❷。当前，我国黄金地质的优势在于：1．广袤的西北、西南地区砂金矿床星罗棋布，特别是甘肃、新疆、青海、西藏等省（区）开发较晚地区，可以通过砂金开采解决部分资金来源，同时，也是保持黄金生产稳步上升的重要方面；2．加强华北地台南北缘太古界绿岩-花岗岩带类型金矿床，西南印支褶皱系边缘带微细浸染型金矿床的普查找矿、勘探工作，以期在发现特大型金矿床方面取得突破性进展；3．加强元古界—古生界含碳火山-陆源沉积岩系有关的金矿床普查找矿工作，如西北地区天山-蒙古褶皱系前泥盆系火山-陆源碎屑岩地层发育区、东北南部辽河群、西南地区昆阳群等地层发育区均有望找到具有工业意义的变质型（同生-后生型）金矿床；4．中—新生代陆相火山岩型金矿床，在我国东部环太平洋大陆边缘带此种类型金矿床的远景是十分可观的[9]。上述4种类型金矿床可作为今后普查找金的主攻方向。此外，应当重视伴生金的开发利用，尤其是长江中下游的铁-铜-多金属矿化区，东南沿海、东北、内蒙古等地区火山岩型铜-多金属矿床，西北地区岩浆岩型铜-镍矿床中伴生金、银、铂族元素等综合回收利用，仍是我国黄金生产的重要来源。目前，我国伴生金产量约占总量的40%，预计到2000年这一比例仍将保持在40%上下，至今有些省份（如江西、安徽、湖北等）伴生金仍为该省金的主要来源。

应当指出，黄金生产的稳步增长，除应有大量可供开采的后备矿山和充足的勘探储量保证外，国家的政策具有决定性影响，如投资、奖励、税收、矿产资源的合理利用等。例如，美国在1960—1984年期间，用于金矿地质的勘探资金增长了近100%，其间1961年比1960年增加了1%，1973年增加了10%，1980年增加了33%，1984年增加了55%，结果是，这一期间美国发现了如加州麦克-劳林特大型金矿床（储量＞100 t）等十余处，新增加的储

❶ 1999年国庆50周年大庆之际，届时香港、澳门回归祖国不久，实行“一国两制”年代，预计可能发行纪念金币、奖章等，到那时对黄金的需求量将大大增加。

❷ 根据近年美、加、澳等国黄金增产的经验，黄金大幅度增产的主要因素，除开发老矿山潜力外，主要依赖于大量新矿山投产，如美国1986—1987年黄金增产33 t，主要是由于内华达、加里福尼亚、蒙大拿等州的16个大型金矿床投产的结果。

量1 245 t，黄金总储量达7 200 t，即仅次于南非（16 485 t）、苏联（7 775 t），其勘探成本为1美元/1克。在金的产量方面1981—1985年期间翻了一番，达79.5 t，而1986年又增加到108 t，成为资本主义国家仅次于南非的第二大产金国。又如，澳大利亚1980年产金17 t，1985年上升到59 t，而1987年达80 t，除由于有数个大矿山投产外，澳大利亚政府在政策上、税收上实行优惠，同时，地质勘探与生产建设密切配合，为了尽快受益实行边探边采、逐步扩大的方针。

在政策上，我国的黄金生产应加强资源管理，严格按照“矿产资源法”的规定开采黄金。为此，国家应考虑制订优惠的投资和税收政策，以加速黄金生产的发展，避免无政府状态、盲目开采、浪费资源、污染环境和破坏生态平衡等。

主要参考文献

〔1〕 李文成，1982，南朝鲜地质以及与中生代花岗岩岩浆作用有关的金属矿化。矿山地质，31卷。

〔2〕 李春昱等，1982，亚洲大地构造图说明书。地图出版社。

〔3〕 张文佑等，1986，中国及邻区海陆大地构造。科学出版社。

〔4〕 茂木睦，1978，菲律宾斑岩铜矿床-构造背景和开发现状。地质地球化学，第8期。

〔5〕 段瑞焱，1984，值得重视的两种含金建造。中国地质，第8期。

〔6〕 段瑞焱，吕英杰，1984，中国金矿床的时控分布特点。中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊，第9期。

〔7〕 段瑞焱，1986，花岗岩类与金矿化及区域变质作用中金矿化特点。金矿地质论文集，沈阳地质矿产研究所编，地质出版社。

〔8〕 钟瑞元，1986，辽宁西部中生代岩浆活动特征。辽宁地质，第2期。

〔9〕 郭文魁等，1982，中国东部成矿域和成矿期及其区域地质背景。中国地质科学院地质研究所所刊，第5期。

〔10〕 黄汲清等，1980，中国大地构造及其演化。科学出版社。

〔11〕 Asahiko Sugaki, et el., 1986, Gold and Silver ores from the Geumwang Mine in South Korea and their mineralization. Mining Geology, 36(6), SSS-572.

〔12〕 Edwin G. Domingo, et el., 1987, Gold-Silver Deposits of the Philippines and Japan: A comparative Study of their Geology, Ore Mineralogy and fluid inclusions.

〔13〕 Friedrich Bender, 1983, Geology of Burma. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Stuttgart.

〔14〕 Kieft, C. et el., 1977, Ore Mineral Parageneses in the Mn-Sn-Ag-Au bearing of Mangani near Padang Sumatra, Indonesia. Freiberger Forshungshefte (Problems der parageneses).

〔15〕 Panteleyev, 1968, Ore Deposits 10. A Canadian cordilleran Model for epithermal Gold-Silver Deposits. Geoscience Canada, Vol. 13, No. 2.

〔16〕 Scrivenor, J. B., 1985, The Geology of Malayan ore-deposits.

〔17〕 Shawe, D. R., 1984, Geology and mineral deposits of Thailand. Department of the interior U. S. geological survey.

〔18〕 Sillitoe, R. H., Kman, S. N., 1977, Geology of the Saindak porphry copper deposits Pakistan. Trans. Instu. Ming Metal., G. B. B.86 B27-B42.

〔19〕 Баратов Р. Б., 1984, Памир и его недра. М. Наука.

〔20〕 Буряк В. А., 1983, Рудные формации Приамурья. Наука.

〔21〕 Буряк В. А., 1986, Генетические типы золодорудных формации Дальнего Востока. Тихоокеанская геология, №4.

〔22〕 Вахромеев С. А., 1983, Металлогения Вост. Сибири. М. Наука.

〔23〕 Вилор Н. В. 1983, К проблеме золотоность черных сланцев. Геохимия, № 4.

〔24〕 Воларович Г. П., 1969, Золоторудные формации Дальнего Востока. Наука.

〔25〕 Воларович Г. П., 1970, Связь россыпей золота с коренными источниками на примере Дальнего Востока. Проблемы геологии россыпей.

〔26〕 Гарьковен В. Г., 1981, Сингенетические и эпигенетические орденения золота в сбор. Закономерность размещения полезных ископаеых, № 13.

〔27〕 Егаль Т. А., 1967, Гидротермальный метаморфизм и золотое орденение на месторождении Белая Гора. Геология и геофизика, № 5.

〔28〕 Закаров М. Н., 1983, Петрохимические и геохимические характеристики минерализованных гранитоидов Тихоокеанского золоторудного пояса. Геология и геофизика, №12.

〔29〕 Изох Э. П., 1978, Оценка рудоносности гранитоидных формаций в целях прогно-

зирования. М. Наука.

〔30〕 Колосова Т. Б., 1970, О новом типе золотого оруденения в Восточном Забайкалье. Изв. АН. СССР, сер. геология, № 10.

〔31〕 Комаров И. П., 1976, Некоторые особенности локализации золотого оруденения в бассейне среднего течения одной из рек Станового хребта. Геология и геофизика.

〔32〕 Лапин Б. Н., 1981, Геология, Метасоматизм и золотое оруденение Восточного Забайкалья "Алханский р-н". Наука.

〔33〕 Ляхов Ю.В., 1974, О новом типе температурного контроля золотого оруденения на примере Дарасунского месторождения (Восточное Забайкалье). Минерал.сб. львов. ун-та, т. 28, № 2.

〔34〕 Мельшкова Л. Б., 1977, Стадии минерализации золоторудного месторождения Белая Гора. Док. АН СССР, Т.231, № 3.

〔35〕 Метвинов В. Л., 1970, Палеотемпературная зональность Карийского золоторудного Месторождения (Восточное Забайкалье). Геология руд. месторож. Т. 12, № 5.

〔36〕 Моисеенко В. Г., 1977, Геохимия и минералогия золота рудных районов Дальнего Востока. изд. Наука.

〔37〕 Петровская Н. В., 1971. Особенности самородного золота как показатели генезиса близноверхностных третичных месторождений нижнего Приамурья. Геология рудных месторож. №1.

〔38〕 Радкевич Е. А., 1969, Токурское месторожденые-представитель кварцевой малосульфидной формации. Приамурьские золоторудные формации Дальнего Востока. Владивосток.

〔39〕 Сагло В. В., 1976, Геолого- структурная позиция Балейского и Дарасунского рудных районов в Восточном Забайкалье. Геология и геофизика.

〔40〕 Середенко Г. Л., 1985, Критерии отличия метаморфогенных гидротермальных месторождений. Наука.

〔41〕 Силичев М. К., 1985, Время и условия образования согласных золотокварцевых жил. Юж. Верхоянья. Тихоокеанская геология, No.4.

〔42〕 Синяков В. И., 1986, Общие рудогенетические модели эндогенных месторождений. Наука.

〔43〕 Смирнов В. И., 1978, Рудные месторождения СССР. Наука, том 3.

〔44〕 Строна П. А., 1978, Главные типы рудных формации. Наука.

〔45〕 Таусон Л. В., 1987, НТР и минерарольное сырье. Природа, №2.

〔46〕 Щеглов А. Д., 1980, Основы металлогенического анализа. Наука, Москва.

〔47〕 Щербаков Ю. Г., 1967, Распределеное условие концентрации золота в рудных провинциях. М., Наука.

〔48〕 Щубин Г. В., 1984, Типы золоторудной минерализации Даурской зоны. Наука.

〔49〕 Ялынычев Е. Д., 1976, Особенности размещения золотого оруденения в центральной части Становой зоны. Геология и геофизика.

GEOLOGY OF GOLD DEPOSITS IN NEIGHBOURING COUNTRIES AND PROSPECT OF GOLD DEPOSITS IN CHINA

Duan Ruiyan　　Yang Fang
Li Lanying　　Cui Huiwen
(*Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CAGS*)

Summary

1. This projection involves 19 countries and districts lying between latitude 0°(20°)E and 60°N, longitude 60°E and 160°E. Based on genesis, the gold deposits may be classified as follows: magmatic hydrothermal type (including 126 deposits), volcanic hydrothermal type (96 deposits), contact-metasomatic type (16 deposits), metamorphic hydrothermal type (65 deposits). placer type (101 deposits) and unknown genesis deposits(49). Based on reserve scale, the classification of gold deposits may be as follows: large scale (>20t) (including 42 deposits), middle scale (20—5t) (97 deposits), small scale (<5t) and prospect minerlized spots (314).

Since 1980's great progresses have been made in the related area through expanding prospection for gold deposits with metallogenetic theories as the premise. For example: i) Gold deposits with supergiant reserve (Au> 100t), such as epithermal gold, gold-silver and porphyry gold deposits, have been successively discovered in the island arc of Western Pacific Ocean, six of them with a reserve over 300 tones (e.g. Lihir: 360t, Porgera: 335t, Panguna: 500t); ii) gold deposits in subaerial volcanic rock of continental margin zone of Western Pacific Ocean (e.g. Far East of Soviet Union); iii) gold-rare metal deposits in pluton-volcanic formation of Mesozoic tectonic-magmatic mobilized region (e.g. Back Bajkal) and gold deposits of alkaline-metasomatite type (e.g. Jenisejsk mountain area); iv) Syngenetic-epigenetic gold deposits in Upper Proterozoic to Paleozoic black carbonaceous shale formation (e.g. Pt_3 Besapan Formation in Middle Asia, Pt_3 Udelej Formation in Altay-Sajany, Pt_3—Pz in Far East, etc.). Thus, the gold reserve is up to 8 000—8 300t and the output of gold is 390—430t per year in the above-mentioned area. Therefore, the study on gold geology, metallogenetic condition, distribution regularities, ore-controlling factors, exploration tecniques and exploitation

tentency is significant for making general plan and forecasting more scientifically and efficiently in gold exploration in China.

II. Geology and concentrating districts of gold deposits (mineralization) in the neighbouring countries around China.

North China and its neighbouring countries on the north such as P. R. Mongolia, Siberia, Far East and Middle Asia of Soviet Union, are tectonically belonging to the Ural-Mongolia Caledonian-Hereynian fold system of planet-wide tectonic unit and lying between the East European Platform, Siberia Platform, Talimu and North China Platform. But Pamir district on the most west belongs to the Alpine fold system. By geotectonic evolution and metallogenesis, the Ural-Mongolia fold system may be subclassified into Kazakhstan —Okhotsk fold belt (early Palaeozoic—Mesozoic era)and Tianshan-Primorskij Kraj fold belt (late Palaeozoic—Meso-Cenozoic era).

The basement of Ural-Mongolia fold system is composed of gneiss, schist, hornblendite, marble and granitoid of Archaeozoic-Proterozoic era. During late Proterozoic-Palaeozoic era, a mobilizing geosyncline belt in western and middle parts of Asia came into being and produced various mineral resources in a few metallogenetic periods. This geosyncline belt may be regarded in its pre-geosyncline stage in late Proterozoic period, that is, preparation stage of single geosyncline environment, which was characteried by primary crustal reform and basified volcanic eruption. In general, the above process couldn't result in forming typical eugesynclinal depression. Up to late Precambrian (Vendian period)-early Palaeozoic era, under the function of tectonics, magmatism and regional pneumatolite-hydrothermal process, the crust sank sharply and the continental crust underwent rifting and tensional faulting. Ultramatic rock belts were formed in early inversion stage. The inversion happened in different times, e. g. in Altay-Sajany, it occured in Cambrian-Ordovician period; in North Mongolia, early-middle Cambrian; in Kazakhstan, late Cambrian-Ordovician. At the same time, metamophic hydrothermal and skarn type deposits were formed. Caledonian tectonic zone distributed as lineament in the districts. In inversion period, the intrusion of granitoid(granite-diorite) appeared widely. The intrusive ages were different, e. g. it was late Cambrian-Ordovidian in North Mongolia, Altay-Sajany districts etc.; it was late Ordovician and Silurian in Altay,Kazakhstan and Tianshan districts; it was late Devonian in Ural. Massive sulfide copper deposits, gold and polymetallic deposits were formed associated with intrusion in volcanic belt.

In Hercynian period (D—C), transgression, volcanic depression belt with linear feature happened mainly along the axis of the Ural-Mongolia fold

system, for example, Zaisan-Mongolia, margin zone of South Tianshan Mtns. and Mongolia. In late Hercynian period, rare metal-cyprite-tungsten-tinmineralization occured. Porphyry copper deposits occured in volcanic belt and marginal zone of volcanic basin, e. g. Karonrad and Aktogai deposits in Junggar-Balcharš zone, Erdenietu-Obo deposits in Changain-khentey zone and Armaryik deposits in South Tianshan Mtns.

After tectonic-magmatic activities of middle Carboniferous, the Ural-Mongolia fold system underwent consolidation and started orogeny period. The deposits occurred in tectonic-mobilizing area, which include Back Bajkal, East Mongolia and Altay-Sajany, are genetically related to magmatic rocks (granite-alkaline granite of early Mesozoic; basalt-rhyolite, alkaline basalt of late Mesozoic) and controlled by large tensional fault.

Japan and Philippines belong to island arc area of circum Pacific metallogenetic zone of Meso-Cenozoic era. The main period of gold metallogenesis is from Neogene period to Modern time.

Indochina, Malay Peninsula and the north part of India peninsula (connect with Pakistan and Afghanistan on the southwest and west) are situated in the Alpine-Himalayan fold system. The main metallogenetic period is Mesozoic (Indo-Chinese epoch)—Cenozoic.

Individual discussion on geology of gold deposits in the neighbouring countries around China (omitted).

The concentrating districts of gold deposits (or mineralization) in the neighbouring countries around China are as follows:

I Korea

I -1 Pyongan pukdo gold mineralize concentrating district

I -2 Pyongan namdo gold deposits concentrating district

I -3 Gyeonggi gold deposits concentrating district

I -4 Nakdong gang gold mineralize concentrating district

II Japan

II -1 North Hokkaido gold deposits concentrating district

II -2 Northeast Japan gold deposits concentrating district

II -3 Southwest Japan interior zone gold mineralize district

II -4 Southwest Japan outer zone gold mineralize concentrating district

III Philippines

III -1 Baguio gold concentrating district

III -2 Paracale gold mineralize concentrating district

III -3 Masbate gold mineralize concentrating district

III -4 Surigao gold mineralize concentrating district

III -5 Masara gold mineralize concentrating district

Ⅲ-6 Cebu Island gold-bearing porphyry copper mineralize concentrating district

Ⅳ Viet Nam

Ⅳ-1 Kontum uplift gold deposits concentrating district

Ⅳ-2 Northwest Viet Nam Indo-China fold zone gold mineralize concentrating district

Ⅴ Laos

Ⅴ-1 Nanerhe gold mineralize concentrating district

Ⅴ-2 Annan Mountain gold mineralize concentrating district

Ⅴ-3 Middle Mekong gold mineralize concentrating district

Ⅴ-4 Namtha gold mineralize concentrating distrrict

Ⅴ-5 Attapu-Xeno gold mineralize concentrating district

Ⅵ Kampuchea

Ⅵ-1 Northwest gold mineralize concentrating district

Ⅵ-2 North-central gold mineralize concentrating district

Ⅵ-3 Northeast gold mineralize concentrating district

Ⅶ Thailand

Ⅶ-1 East zone (Nan-Nalateyue-Middle Malay) gold mineralize concentrating district

Ⅶ-2 Central zone (Chiang Rai-Tak) gold mineralize concentrating district

Ⅶ-3 West zone (Phanom Thuan-Phuket) gold mineralize concentrating district

Ⅷ Burma

Ⅷ-1 Wuntho-Myitkyina-Khugaung gold mineralize concentrating district

Ⅷ-2 Myogyi-mwiyido gold mineralize concentrating district

Ⅷ-3 Tavoy gold mineralize concentrating district

Ⅸ India

Ⅸ-1 Sakoli basin gold deposits concentrating district

Ⅸ-2 Singhbhum gold deposits concentrating district

Ⅹ Afghanistan

Ⅹ-1 Afghanistan-Pakistan Baluchistan gold-copper mineralize district

Ⅺ Malaysia

Ⅺ-1 Middle zone of Malay Peninsula gold mineralize concentrating district

Ⅺ-2 East Malaysia (Sarawak-North Kalimantan Island) gold deposits concentrating district

Ⅻ Indonesia

Ⅻ-1 Sumatra-Jawa gold mineralize zone

Ⅻ-2 Kalimantan gold mineralize zone

Ⅻ-3 North Sulawesi gold mineralize zone

XIII Soviet Union

XIII-1 Mongolo-Ochotsk gold mineralize zone

XIII-1-1 North Stanovoy gold mineralize concentrating district

XIII-1-2 South Amur Basin gold mineralize concentrating district

XIII-2 Northwest circular Pacific Ochotsk-Cukot gold mineralize zone

XIII-3 Bajkal gold mineralize zone

XIII-3-1 Bajkal Mountain gold mineralize concentrating district

XIII-3-2 Back-Bajkal gold mineralize concentrating district

XIII-4 Jenisej-Kraz gold mineralize zone

XIII-5 Altay-Sajany gold mineralize zone

XIII-6 Zarma-Saur copper-gold mineralize zone

XIII-7 Chingiz-tarbagata gold-copper mineralize zone

XIII-8 Balchaš gold-copper-molybdenum mineralize zone

XIII-10 Junggar gold mineralize zone

XIII-12 Cu-Ili gold-polymetal mineralize district

XIII-13 Tianshan gold-copper-polymetal-mercury-antimony mineralize zone

XIII-13-1 North Tianshan Caledonian fold region mineralize zone

XIII-13-2 Middle Tianshan Karatau-Chatkal-Naryn (gold-bearing) iron-copper mineralize district

XIII-13-3 South Tianshan gold mineralize concentrating district

XIII-14 Pamir gold mineralize zone

XIII-14-1 Pamir gold mineralize district

XIV Mongolia

XIV-1 Northwest Mongolia gold mineralize concentrating district (zone)

XIV-2 Southwest Mongolia gold mineralize concentrating district (zone)

XIV-3 East Mongolia gold mineralize concentrating district

XIV-3-1 Mongolia-Back-Bajkal gold mineralize district

XIV-3-1-A North Chentijn gold mineralize concentrating district

XIV-3-1-B North Kerulen gold mineralize concentrating district

XIV-3-2 East Mongolia central part gold mineralize concentrating district

XIV-3-2-A Gobi-South Koluren (copper bearing porpyry) copper-molybdenum mineralize district

XIV-3-2-B Bajanchongor gold mineralize concentrating district

XIV3-3 South part of East Mongolia (gold bearing porphyry type) copper-molybdenum-polymetal mineralize district

Ⅲ. Suggestions on gold deposits prospecting in China based on discussing geologic characteristics of gold deposits in neighbouring countries.

China is located at the intersection of three planet wide fold system which are the Ural-Tianshan-Mongolian Caledonian-Hercynian fold system,

Mediterranean-Himalayan-Alpine fold system and circum-Pacific fold system of Meso-Cenozoic era. The gold metallogenesis began from Archaeozoic era and has continued up to Mesozoic-Cenozoic era. By the study of geologic feature and metallogenetic regularity in the areas around China, the present work considered the following type of gold deposits are of universal significance in regional metallization and a great prospect. It is worth to lay emphasis on these deposits in making plan for gold prospecting in the future.

1) Metamophic hydrothermal type (syngenetic-epigenetic) gold deposits in black carbonaceous shale formation of the Upper Proterozoic-Palaeozoic era.

This type of deposits is widely distributed in Ural-Tianshan-Mongolia fold system and has a genetical relation to volcanic-terrigeneous clastic formation. The characteristics of the deposits are as follows: i) Large scale, for example, the Muruntau gold deposits has a reserve of 1 057t and output of 213t gold up to the end of 1985, other deposits may be mentioned in the Soviet Union, such as Bodajbo and Selemdzh deposits; ii) Broad distribution: gold deposits have been repeatedly reported from Tianshany, Altay-Sajany, Mongolia and Far East; iii) Concentrating metallogenetic age of upper Proterozoic-Palaeozoic era; iv) Gold mineralization common in precambrian metamorphic siltstone, carbonaecous shale and schist(e. g. Far East) characterized by lower calcium (CaO: 0.58—1.06%), higher sodium content (Na/K=0.44—0.60), organic carbon, 0.5—6% and high FeO/Fe_2O_3 ration(2.3—1.6); and v) With sulfide of 5—10% and higher clayey composition, in miogeosyncline, gold precipitation is closely related to the reduction by H_2S.

On the northern and southern margin of North China platform, in the graphite sericite schist, sillimanite biotite schist of Gaixian formation in Dandong and Yingkou of Liaoning province, have discovered gold deposits, such as the Sidaogou, Baiyun, Maoling, Xiuyan and Zhuanghe deposits, in the graphite leptite of Qinghe formation of Jian group in Tonghua of Jilin province, occurred the Jinchang and Xicha gold deposits; the middle Proterozoic Waitoushan formation in Tongbai district and the Xionger group in Shanggong district of Henan province are also important auriferous strata. In addition, Wuqiangxi formation of Banxi group of Proterozoic era in Xuefengshan uplift of Yangze platform, Guojiagou formation of the upper part of Bikou group in Northwest Sichuan, and the lower part of Yinmin formation of Proterozoic in Kangdian axis are the potential strata of gold mineralization. In west Junggar of xinjiang, auriferous fracture belt (Dolanasay of Habahe county) was discovered in the carbonaceous slate, phyllite, siltstone

and metamophic tuff of Tuokesali formation (middle Devonian); and the Hatu gold deposit was discovered in the argillaceous siltstone of middle Devonian—lower Carboniferous. This area is an important potential area for gold deposits.

2) Porphyry gold, gold-silver and gold-copper deposits

In gold exploration of recent years, the porphyry type of gold deposit is the only type which keeps successively increasing in reserve and propotion. This type of deposit is discovered not only in poorly studied districts as super giant scale deposit (e. g. Lihir, Papua New Guinea), but also in mine-industry-developed districts, such as the super giant deposits of Hishikari in Kyushu, Japan and McLaulyn in California, USA. The main gold metallogenetic zones are as follows: i) volcanic hydrothermal Au, Au-Cu or Au-Ag deposits(Miocene Epoch)in island arc area of west Pacific Ocean, e. g. Atamuk and Akupan (in Luzon), and Atlas (in Cebu)deposits in Philippines; ii) gold -silver, fluorite and polymetal mineralization belt related to volcano-pluton-ism in tecton-magmatic mobilizing belt of Mesozoic era in Back Bajkal, e. g. Balej, Daur and Karij deposits; iii) subaerial volcanogenic gold deposits of Mesozoic era in the continental margin zone of circum Pacific Ocean of East Asia, e. g. Karamkin and Khakandzhen deposits; and iv) pophyry type Au-Sn or Au-Cu deposits of Oligocene Epoch in Mediterranean-Himalayan belt, e. g. Khelmanda-Arganda deposit of Afghanistan and Saindak deposit of Pakistan. The main metallogenetic periods of porphyry gold deposits in the above districts are Cretaceous—Neogene (140—1Ma).

Porphyry gold deposits, which are disseminated or veinlet disseminated deposits associated with porphyritic intrusive bodies land coeval intermediate -acidic volcannic rocks (andesite-dacite-rhyolite formation) with complex composition, are mainly distributed in volcano-pluton belt of eugeosyncline and controlled by fractures or faults. Porphyry and epithermal deposits, both are products of volcanic eruption, occur in volcano-pluton complex, and be-long to the same system. Porphyry deposits occur in deeper zone of higher temperature, but epithermal deposits occur in shallow depth (<1 000m)close to the boiling surface of underground water. Both types of deposits are ge-netically related to palaeo-hot-spring system near the surface. Therefore the two types of deposits are products of different metallogenetic stages.

China is located at the intersection of circum Pacific and Mediterranean -Himalayan metallogenetic belts of Mesozoic—cenozoic era. The potential areas for porphyry gold deposits are as follows:

i) Coastal districts of Fujian and Zhejiang Provinces are located in the continental margin of west Pacific where subaerial volcanic rocks of Upper

Jurassic—Lower Cretaceours Periods are developed and cover an area about two-thirds of the two provinces. Intermediate-aicidic volcanic rocks are dominant, associated with altered rocks with low pH value, e. g. illitization, secondary quartzification and silicification. Regional gold metallogenesis is controlled by the Lishui-Zhenghe great fault, as examplified by the Babaoshan gold deposit in the lower part of Moshishan Formation (Upper Jurassic period) in Longquan County, Zhejiang Prov., and Jinping gold deposit in Shimao Formation (Upper Cretaceous era) in Zhenghe County, Fujian Prov..

ii) Northeast Inner Mongolia and the north part of Heilongjiang Province belong to the Da Hinggan Ling Hercynian eugeosynclinal fold zone where Mesozoic (J—K) volcanic series are developed. The volcanic hydrothermal gold deposit, Pangkaimen deposit in Huma County, occurs in calc-alkaline volcanics with high content of aluminium and potassium of the Upper Jurassic Ganhe Fm. In addition, a series of porphyry Cu-Mo or Cu deposits associated with gold mineralization are discovered in volcanic basin of Mesozoic era in Ulanhot-Xin Barag Zuoqi and Xar Moron River in Inner Mongolia.

iii) West Yunnan and southwest Sichuan belong to the Indochina geosynclinal folding system. The gold mineralization is mainly distributed on the margin of Mesozoic volcanic basin(e. g. Simao and Lanping), and comparable with that in the Nan River basin of northeast Thailand. Sb-Au mineralization in Lancangjiang River basin is comparable with that in Chiang Rai-Chiang Mai fracture zone of north Thailand.

3) Mesozoic tectonic-magmatic mobilization, occurring widely in Far East and Back Baikal of Soviet Union, Mongolia, Northeast and North China etc., is one of the important features of the circum Pacific continental margin. It affected the continental crust and appeared in the form of intense folding, platform transforming, magmatic activity and metallization. This action was also in the contrary to the evolution of geosyncline; it began with uplifting of crust and ended with depression; magmatic activity began with intermediate-acidic composition which was replaced by basic composition later. Taking Karij gold deposit in Back Bajkal and Verkho-Selemdzh in Stonovoy for example, Mesozoic tectonic-magmatic activities transformed crust and formed multiperiod and multisource mineralization. Chaleophite and lithophite elements deposits were formed as great amount of basaltic magma intruded in platform. Mineralization is spatially concentrated in shallow or moderate depth. The separation of mineral compositions shows zonation: W and Sn are separated in the early stage of hydrothermal activity, Au-multimatel in the middle stage, and Mo, U and fluorite in the last stage.

In recent years, a lot of circular volcanic pluton structures, which are

originally related to magmatism of monzonite-andesite series associated with Au, Pb-Zn and W-Sn mineralization, are discovered in the continental mobilizing areas. They are potential areas for gold deposits. Soviet geologists have put forward the concept of "ore-magma system". On the basis of the concept, great progresses have been made in prospecting Au, Sn, W, Pb, Zn and Cu deposits recently. Attention should be paid to gold deposits in the regions where Meso-Cenozoic granite intrusions are developed. The depth of mineralization is commonly from 100 to 2 000m. The mineralization scale increases along with the scale of "ore-magma system". Sometimes, mineralization of small ore bodies (e. g. Sikhot-Alin) may also reach inner crust. According to Romanorskii and Izokh, 37 of 44 gold deposits are genetically related to granitoid in Far East of Soviet Union. Auriferous granites are mainly soda granite (K_2O/Na_2O: 0.7±, rarely 1.05) and granite of magnetite series ($Fe_2O_3/(Fe_2O_3+FeO)=0.31—0.55$).

Since Mesozoic, because of the subduction of Pacific plate, tectonic-magmatic mobilization has been intense in the platform region of East China, e. g. Yanshan platformal fold zone and Xiao Hinggan Ling-Laoye Ling fault-depression-uplift area. Attention should be paid to the following types of gold deposits in further prospecting: Yuerya typa of Kuancheng, Hebei, Shuiqian type of Jinxi and Hongshilazi of Yixian, Liaoning, in the districts close to the NEE trending Qinglong-Jinxi and Nüerhe-Yaowangmiao faults; Wufeng type of Yanji, Xiangluwanzi type of Hailong and Ciweigou type of Wangqing, in folded volcanic depression basin. In addition, a series of circular structures over volcanic-plutons, which are associated with hydrothermal filling gold mineralization, are discovered in Hongshi-Yangjiadian district on the north slope of Longgang Mts. in Jilin Province, where Upper Jurassic volcanic rocks overlay on Archaen metamorphic complex.

4) Gold deposits in Precambrian greenstone belts

i) The statistics on new-discovered gold deposits with super giant reserve (Q>100t) in the world during the last 25 years present that quartz vein gold deposits in Archaen greenstone belts take the first position, for example, Porcupine orefield in Canada has produced 1 650 tons gold, Kalgoorlie in Western Australia has produced more than 1 200 tons gold. In early 1980's fine impregnation gold deposits were discovered in sericitization schist of Archean greenstone belt in central Ontario, Canada, e. g. Homlo gold deposit has a reserve of over 600t with a grade of 8.5g/t. This is a great breakthrough in gold prospecting in the last 25 years and expands the prospect for stratabound disseminated gold deposits. Because of the wide distribution of Archean greenstone belts and multiplicity of host rocks for mineralization

(e. g. mafic volcanic rock, felsic intrusive rock and banded iron formation (BIF)), gold deposits (mineralization) in Precambrian greenstone belts should be one of the chief targets in the future.

ii) Gold deposits with super giant reserve have not yet been discovered in Precambrian platform in North Asia. This may result from the lack of typical source rock—peridotitic komatiite (Au abundance: 0.4ppm) that occurs in Western Australia and in Abitibi greenstone belt in Canada, and the lack of intermediate-acidic volcanic clastic rocks as host rock, foliated fracture zone and granitization belt.

iii) Prospecting targets for gold deposits in Precambrian greenstone belts in China.

a) Tieling-Jingyu uplift: In this region, the Anshan Group may be divided into 4 formations (from bottom to top): Sidaolazihe, Yangjiadian, Jiapigou and Sandaogou formations. The Sandaogou Fm. is composed of intermediate-acidic and basic volcanic rocks and BIF (Algoma type). The Jiapigou Fm. was originally auriferous intermediate-basic volcanic rocks metamorphosed into amphibolite, mica-amphible-plagioclase gneiss with the Jiapigou type gold deposit formed in Late Archaean regional metamorphism. Attention should be paid to the Jiapigou type deposits in corresponding strata. Au-sulphide BIF should also be prospected for.

b) Zhangjiakou-Chifeng uplift (east part of Inner Mongolia axis): In the west part of the uplift, Zhangjiakou-Chicheng area, gold deposits(mineralization) are concentrated in the Guzuizi Fm. of Sanggan Group of Archaean. In the east part of the uplift (Chifeng-Beipiao area), gold mineralization is concentrated in metamorphic basic-intermediate rocks of Xiaotazigou Fm. of Jianping Group, and gold deposits belonging to Xiaoyingpan and Jinchanggouliang types should be searched for.

c) Malanyu-Shanhaiguan uplift: Attention should be paid to gold deposits as Jinchangyu type in Qianxi Group (especially in Shangchuan Formation of the lower part of the group). In addition, BIF has been discovered in Qianan-Luanxian region, the southeast part of this district. The examination of gold mineralization should be taken in the sulphide enriched part of BIF, for gold is associated closely with sulphide. In general, the gold abundance in oxide-facies BIF for Algoma type is 0.02—0.06ppm, while that in sulphide-facies BIF is 0.76ppm.

d) Kuandian-Yingkou uplift: Attention should be paid to gold mineralization of Jiaojia type in the district near deep fault where the Anshan Group is developed. Gold content in BIF should be examined in the Anshan-Benxi area.

e) Xiaoqinling district of Henan and Shaanxi provinces: Attention should be paid to gold mineralization of the Yangzhaiyu type in the middle to lower parts of Taihua Group.

5) Fine impesgnation type gold deposits

These deposits are epithermal impregnated metasomatic type deposits formed by circulating meteoric water system heated by later volcanism in epizonal condition. The hydrothermal fluid impregnates thin carbonate layers through high-angle faults, and precipitates quartz, pyrite and fine gold. Meanwhile, the fluid carries Al, K, Ba and organic C, Ag, As, Zn and Sb mineralization associated with gold mineralization. The wall-rock alteration is mainly silicification. The metallogenetic condition is 300℃ and 10^8Pa.

Since 1970's, some fine impregnation type gold deposits have been found in Southwest Guizhou, west Guangxi (on the southwest margin of Yangze para-platform) and Taibai-Zhenping of Henan and Shaanxi. In recently, this type of gold mineralization is also found in Thailand, Viet Nam, and Kuramin belt of middle Asia, Soviet Union.

Gold potentiality in the border provinces of China.

The main gold deposit type in the neighbouring countries of China are: i) metamorphic hydrothermal type gold deposits in black carbonaceous shale series (Pt_3—Pz); ii) porphyry (volcanic hydrothermal) type Au or Au-Cu deposits; iii) magmatic or volcanic hydrothermal type Au or Au-rare-metal deposit in Mesozoic-Cenozoic tectonic-magmatic mobilization zone; iv) metamorphic hydrothermal type gold deposit in Precambrian greenstone belt; and v) fine impregnation (karlin) type gold deposit. Data of these type are valuable information for prospecting and predicting for gold deposits in the border provinces of China.

The potentiality and prediction for gold deposits in the border provinces is as follows:

1) Liaoning province

Southern Liaoning, located on the north margin of Sino-Korean platform adjacent to North Korea, belongs to typical Mesozoic tectonic-magmatic mobilization zone. In Pyongan Pukdo, Korea, main large gold deposits and Mesozoic granite intrusions are controlled obviously by NW trend fault, for example Dayudong, Unsan and Tsugda deposits and Danchen granite (J_2)are controlled by Pyongan Pukdo fault; Tsoak, Tsheouma, Guam and Guseng deposits and some Mesozoic granite intrusions are controlled by Tsheouma-Engsan fault; Senchen, Chersan and Girsang deposits by Sineuiju-Tsengju fault. Correspondingly, a series of NW trend fault were found in southern Liaoning, such as Nankouqian-Wanbao, Benxi-Kuandian, Dengta-Gulouzi, Anshan-Dand-

ong fault zone. Since Archeozoic era, particularly Mesozoic, these faults have controlled not only Hercynian-late Yanshan granotoid intrusion (e. g. Changdian, Yongziyu and Baishuisi) closely related to gold deposits, but also the Wulong and Sidaogou deposits of Dandong district and Xiadapuzi and Nuanquanzi deposits of Qingyuan district.

In fact, the stratigraphical and structural condition for gold mineralization on both sides of the Yalujiang river are completely comparable. Furthermore, there has been no obvious horizontal movement of Yalujiang fault since Mesozoic era. Situated in Yingkou-Kuandian uplift, southern Liaoning is a significant Au-concentrated area for gold. Most of the gold deposits found in this area, such as Baiyun, Maoling, Sidaogou and other deposits, are related to the strata of Gaixian formation of Liaohe Group. The structural control is also an important factor. Therefore, in future work, in addition to compare the mineralization condition and distribution of gold deposits with that of eastern Shandong province and North Korea, the control of Tancheng-Lujiang fault, Yalujiang fault and their subsidiary fault to the distribution of regional gold metallogeny should be studied to mininize the target area. Besides, prospecting for Jiaojia type gold deposits should be made in the vicinity of deep fault zone in Anshan Group.

In northern Liaoning, Jiapigou type gold deposits should be prospected for in the Tieling-Jingyu uplift where ore bed is in Yangjiadian Formation of Archean. In the meanwhile, attention should be paid to Au-sulphide type deposits in BIF of the Sandaogou Formation.

In the border region of Liaoxi depression and Shanhaiguan uplift in western Liaoning, the Yanshanian tectonic-magmatic activities were frequent. In this area, prospecting should be made for Shuiquan type and Hongshilazi type gold deposits, which are genetically related to Yanshanian volcanic-magmatic series derived from upper mantle, and controlled obviously by E—W trend (e. g. Qinglong—Jinxi) and NE trend (e. g. Nüerhe—Yaowangmiao) fault.

2) Jilin province

Southern Jilin is situated on Tieling-Jingyu uplift. Jiapigou type gold deposits should be prospected for in amphibolite and plagiogneiss in Jiapigou formation and Sandaogou Formation of upper Longgang Group. Gold mineralization related to sulphide should be prospected for in BIF (Algoma type) of Sandaogou formation.

In Tonghua district, prospecting for Jinchanggou type and Xicha type gold deposits should be made in graphite-bearing marble and graphite leptite of Qinghe Formation of Jian Group (Pt_3).

The Yanbian district is located in Pacific Hercynian eugeosynclinal fold system, in which late Hercynian-early Yanshanian basic-intermediate to intermediate-acidic granotoid is developed, and magmatic hydrothermel Au-Cu deposits (e. g. Xiaoxinancha of Hunchun) are formed. Mesozoic tectonic-magmatic mobilization result in a fault basin extending east-west. On its south margin is middle to late Jurassic volcanic zone of Yanji-Hunchun with volcanic hydrothermal type gold deposits (e. g. Wufeng). On the north margin is a series of Mesozoic volcanic basins(e. g. Wangqing, Jincang, etc) with volcanic hydrothermal type gold deposits such as Ciweigou. The gold mineralization in this area is similar to that in south Primorskij Kraj of Soviet Union.

In the area of Hongshi-Yangjiadian, the north slope of Longgang Mountains, late Jurassic volcanic rocks overlay Archean metamorphic rocks and migmatitic granite, and Yanshanian granitic mass intrude along NE trend regional fault zone. A series of ringed volcanic-hypogene formation is found to be potential area for magmatic and volcanic hydrothermal type gold mineralization by interpretation of airphoto and satellite photo, and air magnetic and gravitational survey.

3) Heilongjiang province

Aihui-Huma district in the north belongs to the Da Hinggan Ling Hercynian eugeosynclinal folding zone; while Jiamusi uplift belongs to Caledonian folding zone, in which tectonic-magmatic mobilization took place during Meso-Cenozoic era. Comparing to gold mineralization in Heilongjiang river basin, the south of Far East, U. S. S. R., volcanic hydrothermal type gold deposits related to Cretaceous granitoid intrusion should be respected in the district. So far, the no. 24 Bridge gold deposit of Aihui has been recognized to be genetically related to middle Hercynian granodiorite; and Pingdingshan prospect of Jiayin to be genetically related to Proterozoic metasomatic palingenic granite. Since this district situated in the circum Pacific continental marginal volcanic zone, volcanic epithermal type(Baishan gold deposit) gold deposits should be prospected for in the area where Meso-Cenozoic continental volcanics is developed. This type deposits are genetically related to sodium volcanic (andesite-rhyolite). To compare the age of strata and magmatic activities in Meso-Cenozoic era, these in Far East of Soviet Union are one epoch later than that in Northeast China.

Jixi-Dongning district, southeast of the province, situated in the Yanbian Hercynian geosynclinal folding system, in which Jinchang volcanic hydrothermal gold deposit was found to be genetically related to Hercynian plagiogranite. In future work, prospecting should be made in the area where inter-

mediate-acidic intrusions are developed and in Meso-Cenozoic volcanic fault basin margin.

4) Inner Mongolia Automatic Region

This region covers the north part of China, mostly occupying the north margin of North China platform. The upper reacher of Heilongjiang river and the Ergun river, in the northeast part of the region, is a regment of the mongolia-Ochotsk folding system in China, belonging to Da Hinggan Ling Hercynian eugeosynclinal folding zone, with 1 500km in length and 150—200km in width. In this area, developed Proterozoic Xinghuadukou Group and upper Proterozoic-lower Paleozoic Ergun Group metamorphics comprising schist, greenschist, and carbonaceous biotite quartz schist, with high Au abundance (15—20ppb). It may be one of the source rock for regional metamorphic hydrothermal gold mineralization. Later, influenced by Hercynian, especially Mesozoic tectonic-magmatic mobilization, Yanshanian granitoid intrusion, and late Jurassic-early Cretaceous volcanic activities, the gold mineraliztion has a great potentiality. Porphyry gold deposits, Au-Cu deposits, Au-Cu-Mo deposits and Cu-multimetal deposits have been discovered in Ulanhot-Xin Barag Zuoqi Xartala, Badaguan-Unuket Shan, Qbron and Ulan Tolgoi. Comparing with the east part of P. R. Mongolia, attention should be paid to the potential area of auriferous porphyry copper mineralization, and Au-rare-metal (tourmaline-bearing W-Sn) deposits related to Yanshanian granitoid intrusion.

In Bayan Obo-Boin Sum districts distributed Archean Jining Group Mg-Fe silicate metamorphics (e. g. amphibolite) in which auriferous quartz veins are found. There are pyritized carbonaceous sandstone-slates in the metamorphic terrigenous clasolite and carbonate series of Proterozoic Bayan Obo Group. It may be a significant source for metamorphic hydrothermal gold minerlization. In the geosynclinal folding zone of northeast part of the area, there are upper Silurian Boin Sum Group epimetamorphic rocks, including mainly greenschist, quartz schist, quartzite, metasandstone and metatuff. The discovered Boin Sum gold deposit is genetically related to later Hercynian granodiorite and granodiorite-porphyry.

5) Xinjiang Uygur Automatic Region

Northern Xinjiang, adjacent to P. R. Mongolia in the east and middle Asia of Soviet Union in the west, is a part of the Ural-Mongolia folding system. While the southwestern Xinjiang, adjacent to Tadzikstan, Pamir, Afghanistan and Pakistan, is a part of the Alpine-Himalayan Meso-Cenozoic folding system. The potential area for gold mineralization of this region is as follows;

i) Altay district: is the south extension of Altay-Sajany folding system. The gold mineralization age is mainly Hercynian. The gold mineralization of this district, comparing with that in middle Asia of Soviet Union, is mainly auriferous pyrite copper or multimetal deposits, the host rocks of which are middle to late Devonian basalt-rhyolite series. The deposits are controlled by NW or E—W fault structures. In lower to middle Carboniferous carbonaceous sandyshale or its contact with acidite are also found metamorphic hydrothermal Au-sulphide deposits, such as Dolanasai. Comparing with Bolcu-Ula of the western lakes area, P. R. Mongolia, prospecting should be made for auriferous pyrite Cu deposits genetically related to late Palaeozoic basic volcanic rocks.

ii) W. Junggar district: it is the east extension of Junggar-Balchaš Hercynian folding zone. This district are distributed mainly Ordovician-Devonian volcanics, volcanic clasolite, carbonate and spilit-keratophyre formation. In Carboniferous the geosynclinc inverted and fold structures were formed. In middle to late Hercynian strong magmatic activities took place. Gold mineralization is genetically related to later potassium granite. It belongs to intermediate-high temperature (200—300℃) volcanic hydrothermal quartz vein type gold deposit. Regional gold mineralization is controlled obviously by deep faults. Recently, two E—W extending mineralization zones were interpreted in Toli from 1:200 000 satellite remote-sensing image. The genesis of the gold deposits is closely related to ultrabasic-basic rocks and basic-intermediate volcanics adjacent to the deep fault zones. For example, in Sartokay-Hatu, Miao'ergou-Küp and Bogut-Hali, the ultrabasic-basic intrusion and associated gold mineralization are controlled by NEE and E—W deep fault zones. The satellite image shows palaeogethermic anomalies (thermal ring structures formed by intermediate-acidic magma), palaeovolcanic mechanism and greenschist facies metamorphic belt, which are considered to be the potential area for gold mineralization.

iii) Tianshan district: comparing with the Kuzyl-Kum gold deposits in South Tianshan of Soviet Union, metamorphic hydrothermal (or syngenetic-epigenetic) gold deposits should be prospected for in Proterozoic-Palaeozoic carbonaceous siltstone, shale and volcanic terrigenous rocks in this district. The host rocks contain 2—5% organic carbon. The Au abundance in the host rock is commonly more than 5ppb. Prospecting for magmatic hydrothermal or contact-metasomatic gold deposits should also be made in the area where Hercynian granite is developed. Placer gold is widely distributed in the river systems of Ili basin and the north slope of Tianshan mountains, generally within 25km from the source deposits. It should be attempted to find

out the rock gold deposits by the distribution of placer gold.

iv) South Xinjiang Pamir-Kunlun Shan district. It is located on the juxtaposition of the Tian Shan Hercynian folding zone and Alpine-Himalayan folding zone. Based on the comparation with the gold mineralization distribution and its genetic type in Tadzikstan and Afganistan, prospecting should be made for magmatic hydrothermal Au-quartz vein deposits genetically related to Hercynian granite and contact metasomatic Au-quartz vein deposits related to Cenozoic (Oligocene-Miocene epoch) basic-intermediate intrusions , hosted by Palaeozoic-Mesozoic carbonate or terrigenous sedimentary rocks.

6) Tibet Automatic Region

In Yarlung Zangbo river basin of South Tibet, the basement is formed by widely distributed Precambrian metamorphic series. Palaeozoic Erathem is dominated by platformal sedimentary formations. In Tethyan folding zone of South Tibet, there are Mesozoic clasolite and flysch sedimentation, and typical marine eruptive rock (mainly basic-intermediate volcanic rock) and silicalite ($J—K_2$), cut through by late Tertiary granite intrusion. Ophiliolite belt is developed along the Yarlung Zangbo river. A zonation can be recognized from base to top: ultrabasic rock, basic rock(cumulate), sill-like swarm, pillow lava and silicalite, which were formed in late Cretaceous to Neogene period.

Placer gold is widely distributed along the suture line of Indus and Yarlung Zangbo river, especially in the Xiangquan river basin. The gold may be derived from Gangdisê (Yanshanian or Himalayan Epoch) granite or ophiolite. In Maizhokunggar skarn type Au-multimetal deposits occur in the contact zone of Yanshanian granite and Jurassic marble. The grade of gold is up to 30g/t. This type of gold mineralization has a great potentiality.

Metamorphic hydrothermal gold deposits should be prospected for in the area between Banggong Co-Dêngqên-Nujiang deep fault and Gangdisê granite belt in north Tibet where Palaeozoic epizonal metamorphic rocks are developed.

7) West Yunnan and Southwest Sichuan

This area is located in Indo-China geosynclinal folding system, and is the north extension of Shan (Burma) block. Palaeozoic strata in Baoshan and Simao on the west of Lancangjian fault zone in Yunnan province are comparable with those in East Burma and North Thailand. To the east of Shan(Burma) block, is the late Palaeozoic-early Mesozoic geosynclinal folding system, in which flysch-volcanic formation, ophiolite and melange are developed. To the west is the Cenozoic depression zone, in which late Creta-

ceous-Miocene marine and continental sediments and Pliocene-Quaternary andesitic volcanic rocks are developed.

Comparing with the gold mineralization in Wuntho-Myitkyina-Khugaung area the north part of Central Burma, and in Phanom Thuam-Phuket area of west Thailand, prospecting should be made for epizonal porphyry or volcanic hydrothermal gold mineralization related to late Yanshanian-early Himalayan intermediate-acidic intrusion in west Yunnan and southwest Sichuan. This mineralization is distributed generally on the margin of Mesozoic volcanic basin (e. g. Simao and Lanping), and may connect with the zone of porphyry gold deposit on the margin of Nan and Nan river basin in northeast Thailand. The Sb-Au mineralization zone along the Chiang Rai-Chiang Mai fault zone in northwest Thailand may extend north to Lancangjiang fault zone in Yunnan. Along Lancangjiang fault zone, also developed a (Palaeozoic?) basic volcanic and ophiolite zone. So this area may become an important potential area for gold mineralization.

The Yuanjiang river basin, belonging to Ailaoshan metamorphic belt, connects with the Phohgseban metamorphic belt of Indochina fold belt in northwest Viet Nam. The gold deposits (e. g. Jinchang deposit in Mojiang county) are hosted by Palaeozoic sandslate, and related to Hercynian ultrabasic rocks. They are comparable with the Wei and Tashao gold prospects occuring in Palaeozoic and Triassic terrigenous clasolite and carbonate formations in northwest Viet Nam.

8) Western Guangxi

This region is a part of the Yangze para-platform and South China folding system. Fine impregnation gold deposits are the main type in the region, such as Jinya deposit of Fengshan and Gaolong deposit of Tianlin, occurring in upper Palaeozoic and Triassic argillaceous fine clasolite and carbonate formations. They are comparable with those in southwest Guizhou province and North Viet Nam.

9) Taiwan Province

This district belongs to the west Pacific island arc Geosyncline folding system, is a part of the volcanic hydrothermal Au-Cu metallogenetic belt of circum-Pacific. Corresponding with that in Japan and Philippines, the gold mineralization was formed in Tertiary (mainly Miocene-Pliocene Epoch), genetically related to cal-alkalic dacite. Typical deposits are Jinguashi and Ruifang deposits. The lodes with barite-quartz-limonite occur in Miocene sandstone, shale and dacitic volcanics, spatially controlled by N—S extending faults. In recent years, Au-rich deposits were found in Pingfengshan of the central Mountains. The deposits are genetically similar to Jinguashi gold

deposit with a great potentiality.

Ⅳ. Review and Prospect

1) The old prospecting theory of"from deposit to deposit"has no longer met the need of prospecting for gold in new field. New metallogenetic theories and models should be used. And favorable regional geological factors, such as the combination of rocks, physical and chemical characteristics, alteration and structural control, should be considered comprehensively.

2) It is important to analysis the latest metallogenetic theories and prospecting practice on gold deposits, especially to compare the regularity of regional geological metallogenetic conditions and distribution, for predicting and selecting targets effeciently and deciding the prospecting strategy.

3) During the 8th and 9th 5-year-plan, the large increase of gold is needed for each year to satisfy the national economy. The increasing production of gold depends on the construction of large or super giant gold mines. To suit this, the government should establish a favorable policy for investment and taxation.

Geological Publishing House:
Hepingli, Beijing
P. R. China

Shenyang Institute of
Geology and Mineral
Resources, CAGS:
Beiling Str. Shenyang,
Liaoning 110032
P. R. China

[General Information]
书名=周边国家金矿地质与我国金矿展望
作者=
页数=120
SS号=0
出版日期=