

文章编号: 1009-3850(2002)02-0106-07

乌兹别克斯坦金矿床的成因问题 ——随中国科学家代表团访问乌兹别克斯坦考察报告之二^①

张立生

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 乌兹别克斯坦的金矿资源十分丰富, 其储量居世界第 4 位, 产量居世界第 8 位。位于乌兹别克斯坦中部的克孜尔库姆地区是世界最大的金矿省之一。闻名世界的穆龙套金矿床就产在这里。乌兹别克斯坦的内生金矿床主要有 4 个工业—成因类型: 金-石英型、金-硫化物-石英型、金-硫化物型和金-银-石英型。前三个类型统称之为克孜尔库姆型, 穆龙套金矿床属于这个类型。本文重点讨论了克孜尔库姆型金矿床的成因问题。

关键词: 乌兹别克斯坦; 金矿床; 成因

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

2000 年 5 月 21 日至 5 月 31 日, 作者作为中国科学家代表团的成员随中国科学家代表团对乌兹别克斯坦共和国进行了为期 10 天的访问, 先后访问或考察了乌兹别克斯坦的故都、中亚重镇撒马尔罕、矿业城市纳沃伊、世界著名金矿穆龙套金矿床、扎拉夫尚以及首都塔什干。本文是在作者作为考察成果提交给中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心的第二个报告的基础上写成的。乌兹别克斯坦的克孜尔库姆地区是可与南非的威特沃特斯兰德媲美的世界上最大的金矿省之一, 世界著名金矿床之一的穆龙套金矿床就产在克孜尔库姆地区。显然, 了解乌兹别克斯坦金矿床的成因问题, 有益于我国的金矿地质工作。这就是作者发表这个报告的目的。至于地质及矿床学界关心的穆龙套金矿床的考察报告, 作者想作为考察报告之三, 在近期提供给读者。

1 乌兹别克斯坦金矿床的成因类型

乌兹别克斯坦有着丰富的金矿资源, 其金的储量占世界第 4 位, 2000 年的产量占世界第 8 位。乌兹别克斯坦中部的克孜尔库姆地区是世界最大的金

矿省之一, 闻名于世穆龙套巨型金矿床就产在克孜尔库姆地区中部。穆龙套金矿床虽是乌兹别克斯坦最大的却并不是唯一的巨型金矿床。除穆龙套金矿床外, 在穆龙套周围地区就还有诸如科克帕塔斯(Кокпатас)、阿曼泰套(Амантайгау)、道格兹套(Дауызгау, 有人译为大乌兹套)等金储量达数百到上千吨的多个巨型金矿床。这些金矿床都处在克孜尔库姆沙漠中, 并且, 在克孜尔库姆地区, 还有找到巨型金矿床的潜力。乌兹别克斯坦的地质学家们将克孜尔库姆地区的上述所有金矿床统称之为克孜尔库姆型金矿床, 将穆龙套金矿床列为其中的一个亚类或变种, 而没有像中国地质学家那样称之为穆龙套型金矿床是有道理的。因为它们是一组在成因上相互有关联的矿床。除克孜尔库姆型金矿床外, 乌兹别克斯坦还有其它类型的金矿床。

在研究乌兹别克斯坦金矿床的成因时, 应当强调两个问题。第一, 对地质资料、地质发展史、构造成因、沉积作用、岩浆作用和变质作用有了新的认识, 进而需要从地球动力学的角度重新解释成矿资料。第二, 不断发现火山作用在乌兹别克斯坦的矿

^①考察报告之一“乌兹别克斯坦的矿产资源与投资前景”发表在《四川地质学报》第 21 卷第 4 期(2001)上。
收稿日期: 2002-01-22

床成因中起了非常重要的作用。根据许多文章来判断,这最初发现于东乌兹别克斯坦,现在在西乌兹别克斯坦也有许多发现。

要讨论乌兹别克斯坦金矿床的成因,当然就要讨论其成因类型。目前在乌兹别克斯坦境内共查明有46个金矿床,按Т.Ш.Шаякубов和И.М.Голованов等(1998)意见^[16~18],其内生金矿床属于4个工业-成因类型:金-石英型、金-硫化物-石英型、金-硫化物型、金-银-石英型。还有外生的砂金。按照В.И.Смирнов的分类,乌兹别克斯坦金的工业矿床主要有深成热液型和火山热液型两个成因类型。某些研究者(И.Х.Хамрабаев, 1958, 1995^[9,10]; Х.Р.Рахматуллаев, 1992)将西乌兹别克斯坦的金-石英(穆龙套、扎尔米坦(Зармитан)等)、金-石英-硫化物(科克帕塔斯、道吉孜(Дауыз)建造的矿床划归在成因上与侵入体和岩墙有关的深成热液型。恰特卡尔-库拉明(Чаткал-Курмин)地区的许多矿床(科奇布拉克(Кочбулак))金-石英-硫化物建造、金-石英(克孜拉尔马赛(Кызылалмасай))建造、金-银-石英-冰长石(恰达克(Чадак))建造属于火山热液型。

属于深成热液型的含金斑岩铜矿具有重大的工业意义。乌兹别克斯坦金矿床的其它已知成因类型有:夕卡岩金矿床(拉宾赞(Рабинджан))、金-石英-硫化物建造矿床(科克帕塔斯等)的表生带(氧化带)、含金风化壳(克孜尔库姆)和砂矿。这些矿床的意义在其次。乌兹别克斯坦境内目前还没有发现其它成因类型的工业矿床。但发现它们的可能性问题具有重要的经济意义。特别是很有远景的、非传统的巨型矿床。

在乌兹别克斯坦境内发现有赋存于碳酸盐地层(碳质白云岩)中的卡林型矿床的地质前提条件。在恰特卡尔-库拉明地区的硅化白云岩中找到有别什坎(Бежан)和塔尔布拉克(Талбулак)两个矿床。М.М.Мансуров和В.В.Козлов(1991)^[11],С.К.Смирюва和В.В.Козлов(1994)将其列入卡林型矿化。发育碳质碳酸盐层(D₂₋₃和D₃-C₁)、有下伏喷出岩、有长期的岩浆活动并发育硫化物和金矿化的矿集区是卡林型金矿化的远景区。在恰特卡尔-库拉明、西乌兹别克斯坦、吉萨尔有这样的远景区。也有理由预测有赋存于火山岩中的细脉浸染型矿床(Round Mountain型)(Т.Ш.Шаякубов和Т.Н.Далимов, 1988)^[15]。加瓦-萨雷科利(Гава-

Са Рыколь)地区冰长石化火山岩中的含金带有可能属于这个矿化类型(С.К.Смирюва和В.В.Козлов, 1988)^[13],总的来说,就象安格连-阿尔马雷克矿区一样,这种矿化类型在这个地区是很有远景的。

在东乌兹别克斯坦火山岩中的次生石英岩体中有发现戈尔德菲尔德和帕拉代斯峰型金-银矿床(美国内华达州)的地质条件(М.И.Моисеева, 1977)^[12]。例如,科奇布拉克金矿床在成因上与古什赛(Гушай)明矾石次生石英岩体有关。在阿克萨卡特(Аксакат)的明矾石相次生石英岩中发现有金矿物。在加瓦赛(Гавасай)地区查明有大面积的金-汞异常,在库塔尔德塔什(Кутардыташ)断裂带中的次生石英岩中发现有黄铁矿-黝铜矿-块状硫砷铜矿矿化;该断裂带中有许多老窿和呈矿现象(С.К.Смирюва и др. 1984, 1988)^[13]。在乌兹别克境内还有可能发现与斑岩铜矿相似的斑岩金矿(哈萨克斯坦的瓦西里科夫斯科耶(Васильковское))。发育早中石炭世的高碱度中基性岩(辉长闪长岩、二长岩、正长闪长岩等)的地区对这个类型的矿化有利,夕卡岩铁矿床的某些特征表明其可能是含金的,在克孜尔库姆-努拉套地区有可能发现产于绿片岩-角闪岩相区域变质黑色碳质片岩中的霍姆斯特克(美国)型受变质金矿床(А.В.Покровский и др. 1988, 1998)。

2 克孜尔库姆型金矿床的成因问题

在上述成因类型中最有争议的是克孜尔库姆金-石英、金-石英-硫化物和金-硫化物建造的金矿床的成因,即克孜尔库姆型金矿床的成因。而克孜尔库姆型金矿床由于包含了著名的穆龙套金矿床在内,又是乌兹别克斯坦境内最为重要的金矿床类型,因此,本文重点讨论克孜尔库姆型金矿床的成因。某些研究者将其归为与晚古生代的花岗岩类岩体和岩墙有关的深成热液型(И.Х.Хамрабаев, 1958, И.Х.Хамрабаев и др. 1995; Х.Р.Рахматуллаев, 1992)^[19]; А.А.Малякушев, В.А.Хохлов, 1992)、同生-后生型(В.Г.Гафковец, 1977; С.Т.Бадалов, 1966)^[14]、变质成因型(А.В.Покровский и др. 1988; А.В.Покровский, Ж.А.Акрюва, 1998),其中包括与花岗岩化有关的(А.И.Образцов, 1998)以及其它一些类型。目前关于“克孜尔库姆型”金矿床,特别是穆龙套矿床成因的看法,在《Золоторудное Местождение Мурунтау》(Под ред. Т.Ш.

Шаяк Убова, И. М. Голованова и др., 1998) 一书中有最充分的评述。尽管作了大量工作, 提出了各种模式, 但关于这些矿床的成因问题仍然是有争论的, 这在很大程度上是因为在这些矿床中既有外生的(成层性因素、产于沉积岩层剖面的一定部位等), 又有内生的特征(产于线性构造——断裂带和各种网脉的中央地带, 矿脉限于各种裂隙系统中, 等等)。其矿化年龄的问题也没有最后解决。大多数研究者将其年龄定为晚古生代。同时, А. А. Кустарникова 和 П. Н. Подкопаев (1969)^[3] 就已证明, 穆龙套的下泥盆统底部存在着含金 0.5 和 0.25g/t 的石英脉的砾石, 他们据此指出, “区内有前泥盆纪的岩浆期后热液活动, 石英脉, 其中包括含金石英脉的形成与之有关”。按照 А. А. Кустарникова 的意见, 这种活动与晚志留世的火山作用有关。可惜, 这个重要的结论在后来的工作中始终没能受到重视。М. Г. Чеботаев (1994) 经过许多工作后想起了这个结论, 他以此证明了阿曼泰套矿床的喷气沉积成因; 矿化主体的年龄与围岩沉积的年龄相近。显然, 以阿曼泰套为例, 区内有与奥陶纪—志留纪的火山作用有关的火山—沉积成因的金矿化, 这就产生了火山沉积作用在形成区内其它金矿床中的作用的问题。Ю. И. Петров (1996)^[21] 提出了穆龙套金矿床的火山沉积成矿模式; 按照这个模式, 层状矿化是由于富金的安山质岩浆与水相互作用的结果形成的。其后的各种作用——形成各种构造、变质作用、岩浆作用使金发生重新分配并形成相互交错的矿体。

按照 Ф. А. Усманов 等人 (1999)^[20] 的意见, 克孜尔库姆矿床成因研究中最大的不足是没有充分考虑到奥陶纪—志留纪的火山作用在形成区内金矿床中所起的作用, 而它在矿区的各种相中广泛发育 (А. А. Кустарникова, П. Н. Подкопаев, 1969)^[3]。他们认为, 现有的资料证明, 火山作用在形成含金的别萨潘组的岩石中起了极其重要的作用 (А. А. Кременецкий, А. В. Лапидус, 1990, 1998)^[1, 2]。

“克孜尔库姆型”金矿床成因有争论的问题之一是, 变质作用(区域变质作用和接触变质作用)在其形成中的作用。有一些现实的例子, 在进行了详细的同位素地球化学研究之后, 成因有争论的(或者是属于热液成因的)金矿床变成了变质成因的金矿床(美国的霍姆斯蒂克; 贝加尔—帕多姆高原的金矿化)。一些研究者把形成在页岩—陆源岩层中的层状

金矿床(澳大利亚的本迪戈及其它一些矿床, 加拿大、苏格兰等地的一些小矿床)与区域变质作用联系起来 (А. L. Sangster, 1991)^[23]。也已经查明了区域变质作用和接触变质作用作为西乌兹别克斯坦金矿床富集因素之一所起的重要作用 (А. В. Покровский и др., 1988, 1998)^[4, 5]。

与晚古生代岩浆作用有关的岩浆期后热液作用在所研究矿床中发育的特点和规模都研究得相当详细。近年来出现了一些理论, 即认为热液矿床, 其中也包括西乌兹别克斯坦的金矿床, 是长期、多阶段形成的。解决“克孜尔库姆型”矿床的成因问题还必须考虑到其它地区的具有许多共同特点的类似矿床的资料。例如, 在世界最大的金矿省之一(苏必利尔克拉通的太古代绿岩带)中, 一些矿床(赫姆洛)中矿石的分布受岩性(粉砂岩、泥质岩、碳质页岩等)的控制, 同时, 对于该成矿省的其它一些矿床(迈克—因泰尔—霍林杰尔、西格马、海特莱克、迈克金斯、霍维等), 发现它们与基性度高的花岗岩类(闪长岩、英云闪长岩、花岗闪长岩、奥长花岗岩)和碱度高的岩石(二长岩、正长岩、煌斑岩)有明显的空间关系, 而在雷德莱克地区则查明了金有两个成矿期: 与玄武岩—科马提岩—流纹岩层有关的早期成矿期(它决定了该区金矿的潜力)和与基性火山岩和花岗岩类的变形和强烈蚀变带有关的晚期成矿期 (В. Н. Кожевников и др., 1998)^[7]。已经取得了内华达州内生金矿床的成矿年龄值: “这个地区在 150~10Ma 期间形成了四组年龄不同的矿床, 即差不多整个中生代造山作用期间都有成矿作用断断续续地发生” (В. Т. Покалов, 1998)^[8]。

印度、非洲、加拿大、澳大利亚的一些金矿床中也有一些特征说明它们是海底火山喷气—沉积成因的。含金属的沉积物沉积在洋底扩张环境中 (В. Н. Кожевников и др., 1998)^[7]。

金属矿床的成因模式或成矿模式应当包括下列几个主要部分: 金属的来源、金属从这些来源中搬运出来、运移过程及沉积成矿。

根据克孜尔库姆及其它地区有关金的矿床成因的资料分析, Ф. А. Усманов 等 (1999)^[20] 提出了一个形成“克孜尔库姆型”金矿床的概括性的多成因模式, 其中可以分为下列 4 个主要阶段:

(1) 在形成奥陶纪砂页岩的过程中沉积出游离金和硫化物矿物中的金。硫化物主要是由与玄武质

的火山活动有关的海底喷气形成的。含金黄铁矿沉积在远离火山口的外破火山口相、火山构造作用影响带中(阿曼泰套矿床)。

(2) 由于志留纪的破火山口外的次火山岩体和中酸性岩墙侵入引起的次火山热液交代作用的结果,金被搬运出来,形成脉状的金-石英-硫化物含矿组合(科克帕塔斯、穆龙套、道吉孜、阿曼泰套和区内的其它许多金矿床)。

(3) 在上述矿床类型的许多矿床中,奥陶纪的沉积岩层在志留纪时期都不同程度的遭受了区域变质作用,由此造成了沉积金和热液沉积金的重新分配。

(4) 与晚古生代岩浆作用有关的岩浆期后热液活动和部分金在接触变质作用的影响下活化转移,形成硅化带和角岩化带。

克孜尔库姆晚古生代岩浆作用中金矿床的成矿作用可以划分为三个阶段:①早期阶段——形成早中石炭世的火山岩(发育于布坎套和北塔姆德套, (Северный Тамдылау)) 的玄武岩、安山玄武岩、英安岩、粗面玄武岩、粗面安山玄武岩、粗面英安岩等) (Т. Н. Далимов и др. 1998); 俯冲带所特有的辉长-斜长花岗岩、英云闪长岩-斜长花岗岩、英云闪长岩-花岗闪长岩-花岗正长岩建造的侵入体侵入(В. А. Унксова, 1998)^[6] (博卡林, (Бокалин)) 的英云闪长岩-奥长花岗岩侵入体、科克帕塔斯的二长闪长岩-花岗闪长岩侵入体、穆龙套的二长闪长岩-花斑状杂岩等等, 中石炭世的); ②中期(碰撞)阶段——形成碰撞再生的深熔花岗岩类——花岗闪长岩、花岗岩、浅色花岗岩等深成岩体(晚石炭世—二叠纪); ③结束阶段——形成碱性玄武岩类的爆发岩筒和岩墙(南天山的碱性玄武岩类杂岩) (Т. Н. Далимов и др. 1998)。中期阶段的岩石以金含量高为特征。金矿床或其形成的某些阶段在共生组合的许多特征方面可能与之有关。许多研究者认为, 中期(碰撞)阶段的花岗岩类深成岩体, 由于对围岩的加热作用而造成了金的重新分配。结束阶段的岩浆作用对形成金矿床的影响研究得不够。上述成矿阶段中每个阶段在区内各矿床中所表现的强度是不相同的。这就依据各个阶段在其中的发育程度将“克孜尔库姆型”矿床划分成若干变种。

各矿体复杂的层状交错特征可能在第一个阶段中就形成了。如果海底喷气沿着某些构造破坏带长时期进入, 各种矿物可以同时沉积在断裂带中的下

伏沉积层中, 形成交错矿体, 而在海盆底部则与新的沉积岩层一起形成层状矿层。随后, 在发生岩浆活动和岩浆期后活动的叠加作用时, 在同一些构造破坏带中, 矿体的交错特征有可能强化。

关于各矿床中金的来源问题。这个问题的解决与确定克孜尔库姆古生代陆源岩层形成时金的来源联系在一起。Ю. С. Савчук 等人(1997)^[22] 的文章根据稀土元素含量研究得出的结论是这些岩层主要是由陆壳破坏的产物、岛弧安山岩和安第斯型活动大陆边缘的安山岩组成的。里菲期-早古生代的沉积-变质岩层中的分散状金可能有三个来源: ①火山活动和同沉积期火山期后活动的产物; ②硅镁质岛弧的剥蚀作用; ③被带入沉积区内的、古海洋周围大陆上各种岩石、矿石的风化产物。这些岩石、矿石都是岩石圈中物质环循的某个(或某些)早期旋回的产物。因此, 里菲期-早古生代沉积变质岩层中分散金的来源是两个或两个以上活动旋回的产物。可见, 克孜尔库姆-努拉套地区形成于这些岩层(部分金取自这些岩层)中的金矿床的金的来源应当属于多旋回的。扩张带和硅镁质岛弧的火山岩, 象与之伴随的热液一样, 可能是地幔来源的。在志留纪的区域变质阶段中, 金来源于受变质的沉积-火山岩层本身。

早石炭世时, 含有洋壳的岩石圈板块与其中的沉积-火山岩层一起向北俯冲到了哈萨克斯坦-吉尔吉斯陆块之下。然后, 在中石炭世—二叠纪期间, 哈萨克斯坦-吉尔吉斯陆块与阿莱-塔里木陆块发生碰撞。富集金(高于克拉克值)的、与科克帕塔斯组、塔什干组、别萨潘组、日瓦奇赛组等相似的火山岩-硅质岩-变质陆源岩层被埋入俯冲带中。这些岩层与下伏各部分含洋壳的岩石圈板块一起在俯冲带中受到改造, 随后又在碰撞带中成为岩浆熔体和热液侵入到岩石圈的上层, 在南面的哈萨克斯坦-吉尔吉斯活动大陆边缘(其中包括恰特卡尔-库拉明地区)引起岩浆活动和岩浆期后活动。俯冲和碰撞阶段的热液中的金有一部分可能来自原来的沉积变质岩层。对于其中由于距离最近的大陆上的岩石、矿石破坏的结果而带来的那部分金, 已经是(我们所知道的)循环的第二个旋回了。原来的沉积变质岩层中的哪一部分在俯冲带和碰撞带中受到了改造呢? 在南天山增生加积柱中保存下来的又是哪一部分呢? 根据Ф. А. Усманов 等(1999)^[20]完成的简单计算, 大

约有三分之一保存了下来。他们的计算结果还表明,如果由于改造的结果,只有一个克拉克值的金从富含分散金的沉积变质岩层中转入热液中,那么 1km^3 母岩中也有大约 10t 金。这样,为什么恰特卡尔-库拉明地区有很多金矿床的原因就很清楚了,就没有必要吸收幔源金来形成这些矿床了。而且,库拉明地区和克孜尔库姆-努拉套地区所含的金具有共同的来源——里菲期和早古生代的富含分散金的火山-硅质-陆源变质岩层。还应当指出,在碰撞过程中,无论在南天山还是在中天山,还能从相碰撞的大陆的花岗片麻岩层中生生出多成因的酸性岩浆及与之有关的热液来。这是金的又一个来源。

但是,Ф. А. Усманов 等(1999)认为,乌兹别克斯坦领土含金的主要原因在于奥陶纪—志留纪的火山活动和火山期后活动,大量的金因此而从下地壳和上地幔进入上地壳中。这时,沉积-火山热液作用起了主要作用;这种热液作用表现为使下古生界底部的沉积变质岩层富含金的海底喷气。它们是西乌兹别克斯坦金矿床的“供血”地质建造,是东乌兹别克斯坦晚古生代火山成因金矿床金的源泉(经过俯冲作用)。因此,А. А. Кременецкий (1998)^[1]关于世界上一些最大的金矿床的结论具有重要意义。他的形成巨型金矿床的理论认为,“现代大洋中的“黑烟筒”

型沉积-喷气(SEDEX)是主要的成矿机理;内生含矿溶液进入盆地的局部构造活动带(通道),同时产生有利于含金黄铁矿沉积成矿的局部还原环境”。

Ф. А. Усманов 等(1999)建立了乌兹别克斯坦金矿床中金的来源的概念模式(图1)。这个概念模式在岩石圈板块构造的基础上详细描述了乌兹别克斯坦金矿床形成和金的来源的相当复杂的动力学情景。

3 形成乌兹别克斯坦内生金矿床的地质动力环境

如果不算晚里菲期的别什托尔-图恩杜克(Бе штор-Тундук)斜长花岗岩体地区的(可能与该岩体有关的)少量时代不明的金矿化,那么里菲期-早古生代的火山-硅质-陆源变质岩层中的金是最古老的金。这种参与克孜尔库姆各矿床形成的金,早期阶段沉积在扩张带中,与拉斑玄武岩有关,而后沉积在岛弧中(可能是含洋壳的岩石圈板块俯冲到也含洋壳的板块之下的环境),与钙碱系列的火山岩有关。克孜尔库姆各金矿床形成过程中的志留纪变质阶段发生在同一环境中。按时代顺序,接下来的大概是阿尔马雷克的含金斑岩铜矿群;其主要成矿期发生在早石炭世—中石炭世初期的大洋板块俯冲到

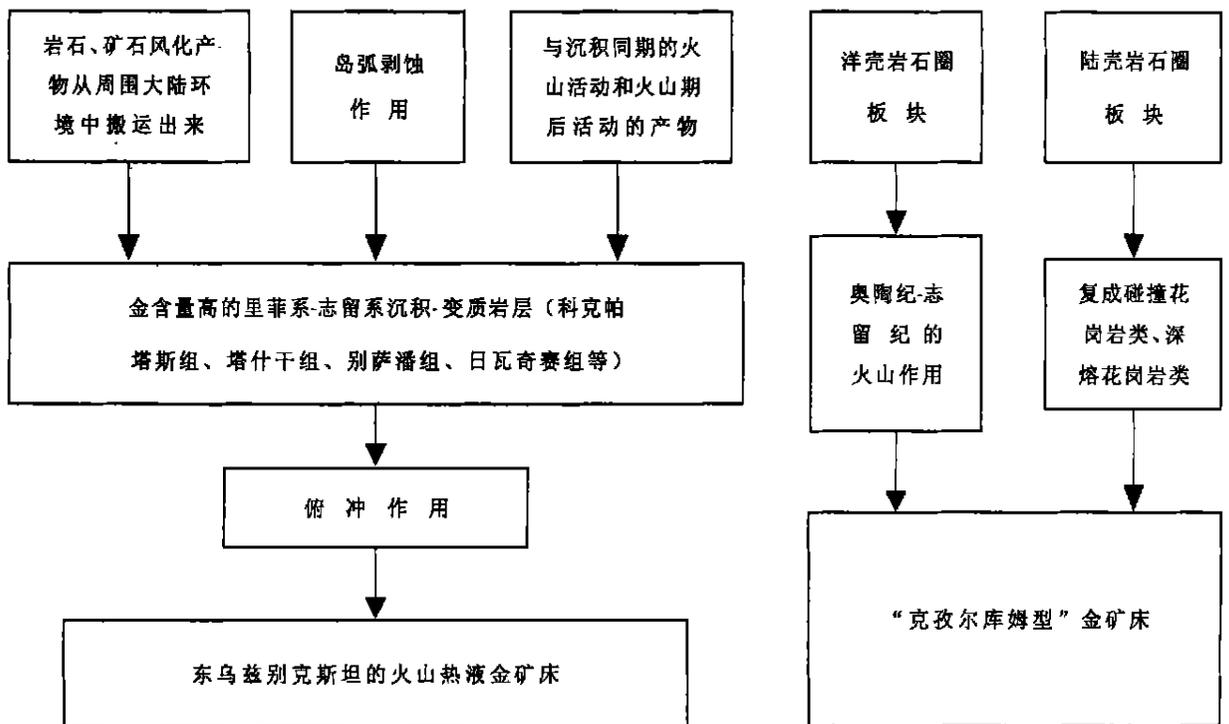


图1 乌兹别克斯坦含金地质体和金矿床中来源的概念模式

哈萨克斯坦-吉尔吉斯南部活动大陆边缘之下的环境中。恰特卡尔-库拉明地区的火山热液金矿床形成在碰撞造山环境中;这种碰撞造山环境产生于中石炭世并延续到晚石炭世到二叠纪。克孜尔库姆-努拉套地区金矿床的深成热液形成期就发生在这样的环境中。

4 结论

(1)在乌兹别克斯坦境内发现非传统的巨型金矿床的可能性问题具有重大的经济意义。有在碳酸盐地层中发现卡林型金矿床、在火山岩中发现 Round Mountain 细脉浸染型金矿床、戈尔德菲尔德和帕拉代斯峰型金-银矿床、瓦西里科夫斯科耶斑岩型金矿床和霍姆斯蒂克变质金矿床的地质前提。

(2)“克孜尔库姆型”金矿床的概括性的多期、多成因成矿模式包括4个主要成矿期:①在奥陶纪砂页岩的形成过程中及与火山活动(玄武岩)有关的海底喷气发育过程中沉积出游离金和硫化物矿物中的金;②在由志留纪的中酸性次火山岩体和岩墙侵入造成的同火山期热液交代作用中有金带入,形成脉状金-石英含矿组合;③奥陶纪沉积岩层在志留纪时的区域变质作用使沉积的金和沉积-热液金发生重新分配;④与海西期岩浆作用有关的岩浆期后热液活动和部分金在接触变质作用下活化迁移。上述成矿期中每一时期在区内不同矿区的发育程度是不一样的,这就可以依据某些成矿期在其中的发育程度将“克孜尔库姆型”矿床分成不同的亚型或变种。

(3)乌兹别克斯坦金矿床中金的来源的概念模式反映了金的复杂的改造、迁移和沉积的历史。从盆地周围的陆地上带出来的岩石、矿石风化产物、岛弧的剥蚀作用、与沉积作用同期的火山活动和火山期后活动的产物是奥陶纪—志留纪的富含金的沉积变质岩层中的金的来源;含洋壳的岩石圈板块是奥陶纪—志留纪和早石炭世火山岩中金的来源;含陆壳的岩石圈板块是晚石炭世—二叠纪碰撞花岗岩中金的来源。上述所有来源的金都参与了“克孜尔库姆型”矿床的形成。东乌兹别克斯坦金矿床和含金矿床中的金可能主要来源于在俯冲带和碰撞带中受到改造的里菲期—志留纪的富含金的沉积-变质岩层。

代表团在访乌期间和访乌前后,受到了中国驻乌兹别克斯坦共和国特命全权大使李景贤和夫人王佩蒂及大使馆二秘常旭红同志的热情关怀和亲切接见和宴请。访乌期间,受到了乌兹别克斯坦共和国

国立塔什干工业大学、撒马尔罕大学、纳沃伊矿冶学院、扎拉夫尚市和穆龙套金矿有关负责人及乌兹别克斯坦科学院院士、列宁勋章获得者 И. Х. Хамрабаев、乌兹别克斯坦科学院院士、乌兹别克斯坦科学院地学部主任 X. A. Акбаров、乌兹别克斯坦科学院地质地球物理研究所所长、乌兹别克斯坦科学院院士 Ф. А. Усманов 和乌兹别克斯坦科学院院士、塔什干工业大学采矿学院院长 В. Р. Рахимов 的热情接待。代表团团长、乌兹别克斯坦科学院外籍院士何知礼教授、代表团团员中国科学院院士翟裕生教授、四川大学副校长陈君楷教授给了作者许多的帮助。在此谨向他们致以衷心的感谢。

参考文献:

- [1] КРЕМЕНЕЦКИЙ А. А. и др. Геолого-химические методы глубинно-проноза полезных ископаемых (по данным сверхглубокого бурения) [М]. М.: Наука, 1990. 223.
- [2] КРЕМЕНЕЦКИЙ А. А. Золото Рудные и внты мира; новая геологическая концепция. (Геология и промысловые типы золоторудных месторождений Узбекистана) [М]. Ташкент: ИМП, 1998. 46—49.
- [3] КУСТ АРНИКОВ А. А., ПОДКОПАЕВ П. Н. Кводрисуроднекалитонской золоторудной минерализации в Центральных Кызылкумах (Рудные формации и основные черты металлогении золота Узбекистана) [М]. Ташкент: Фан, 1969. 330—336.
- [4] ПОКРОВСКИЙ А. В. и др. Метаморфические формации Западно-Узбекистана и их рудоносность [М]. Ташкент: Фан, 1988. 204.
- [5] ПОКРОВСКИЙ А. В., АСКЕРОВА Ж. А. Основные геологические и статистические закономерности формирования и размещения золоторудных объектов Нуралинского района [Ж]. Узб. геол. журн., 1988, (2): 24—32.
- [6] УНКСОВ В. А. (Под ред.). Геодинамические реконструкции [М]. Л.: Недра, 1998. 278.
- [7] КОЖЕВНИКОВ В. Н. и др. Факторы контроля золотометаллогенеза в архейских зеленокаменных поясах: сравнительный анализ Сьюпириор и Карельского кратонов [Ж]. Отечественная геология, 1998, (3): 55—64.
- [8] ПОКРОВСКИЙ А. В., ГЛАВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ МИНЕРАЦИОННО-ПРОМЫСЛОВЫЕ ВОЛОГЕНЕЗИСЫ В ВОЛОГЕНЕЗИСЫ ПРОВИНЦИЙ [Ж]. Отечественная геология, 1998, (4): 5—12.
- [9] ХАМРАБАЕВ И. Х. Магматизм и постмагматические процессы Западно-Узбекистана [М]. Ташкент: Фан, 1958. 471.
- [10] ХАМРАБАЕВ И. Х. и др. Сквѣтый мурунтауский фанитоидный интрузив (по данным мурунтауской сверхглубокой скважины СГ-10) [Ж]. Узб. геол. журн., 1995, (4): 45—59.
- [11] МАНСУРОВ М. М. и др. Новый тип золото-серебро-теллуридной минерализации в карбонатных породах рудообразования Бешкан [А]. Записки Узб. отд. ВМО. [С]. Ташкент: Фан,

1991. Вып. 44.
- [12] МОИСЕЕВ А М И. Типоморфные особенности главных ших рудных и сопровождающих минералов (Минералы Узбекистан) [М]. Та шкент : Фан , 1977.
- [13] С МИРНОВ А С К , и др. Минеральные ассоциации Гавасайской площади (Узбекистан) (Записки Узб. отд. ВМО.) [М]. Та шкент : Фан , 1988. Вып. 44.
- [14] Б АДАЛОВ С Т. Роли вмещающих пород в качестве возможных источников золота в эндогенных кварцево-золоторудных месторождениях [А]. Записки Узб. отд. ВМО. [С]. Та шкент : Фан , 1966. Вып. 19 : 81—89.
- [15] Ш АЯКУБОВ Т Ш , и др. Вулканизм Западно Тянь-Шаня [М]. Та шкент : Фан , 1988. 327.
- [16] Ш АЯКУБОВ Т Ш , ГОЛОВАНОВ Н М , Ц ОЙ Р В , и др. Полезные ископаемые [А]. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан [С]. Та шкент : Университет , 1998. 534—652.
- [17] Ш АЯКУБОВ Т Ш , ГОЛОВАНОВ Н М , и др. (Под Ред.). Золоторудное месторождение Мурунтау [М]. Та шкент : Фан , 1998. 539.
- [18] Д АЛИМОВ Т Н , Г АНИЕВ И Н , Ю Д АЛЕВЦИ З А , Д Н В - А Е В Ф К. Магматизм [А]. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан [С]. Та шкент : Университет , 1998. 192—345.
- [19] Р А Х М А Г У Л А Е В Х Р. Рудные формации и глубинные ярусы оруденения позднеоренового этапа развития ердинид (на примере Южно Тянь-Шаня) [М]. Та шкент : Фан , 1992. 232.
- [20] У С М А Н О В Ф А , и др. Проблемы общей и региональной металлогении золота [Ж]. *Geologiya va mineral resurslar*, 1999, (1) : 40—49.
- [21] П Е Т Р О В Ю И. Породо- и рудообразование при взаимодействии воды и магмы [М]. Та шкент : Фан , 1996. 332.
- [22] С А В Ч У К Ю С , и др. Источники сноса палеозойских терригенных пород Кызылкума по содержанию редкоземельных элементов [Ж]. *Узб. геол. журн.* , 1997, (5) : 52—59.
- [23] SANGSTER A L. Light stable isotope of metamorphic origin for bedding parallel, gold-bearing veins in Cambrian flysch, Magama Group, Nova Scotia [Ж]. *Explo. Mining Geol.* , 1991, 1(1) : 69—79.

On the genesis of the gold deposits in Uzbekistan—The second investigation report on a visit to Uzbekistan by the China Scientist Delegation

ZHANG Li-sheng

(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*)

Abstract: Uzbekistan is rich in gold mineral resources. Its gold reserves and annual gold production occupy the fourth and eighth place in the world, respectively. Kyzylkum in central Uzbekistan is one of the largest gold provinces where Muruntau giant gold deposit lies. The gold deposits in Uzbekistan may be divided into 4 industrial-genetic types: gold-quartz, gold-sulfide-quartz, gold-sulfide and gold-silver-quartz types. The former three types are named after Kyzylkum type to which the Muruntau gold deposit belongs. The present paper puts emphasis on the genesis of the Kyzylkum-type gold deposits.

Key words: Uzbekistan; gold deposit; genesis