资源环境

新疆金山金矿床地质特征及控矿条件

朱炳玉[1,2,3,4]，朱亿广[5]，夏 斌[1]，马华东[1,2,3,4]，
Daniel Ricklemann[4]，Steven Allutt[4]

(1. 中国科学院 广州地球化学研究所与南海海洋研究所边缘海地质重点实验室，广东 广州 510640；
2. 中国科学院 研究生院，北京 100049；3. 新疆维吾尔自治区国家 305项目办公室，新疆 乌鲁木齐 830000；
4. 新疆金川矿业有限公司，新疆 乌鲁木齐 830000；5. 中国地质大学 地球科学与资源学院，北京 100083)

摘 要：新疆伊宁县金山金矿床是一正在进行勘探的大型金矿，属于浅成低温热液型金矿，金山金矿床产于早石炭纪大哈拉军山组火山岩下部，容矿岩层受热液蚀变和构造角砾岩化作用形成了热液角砾岩。矿体呈似层状，与围岩呈渐变关系。矿石具角砾状、浸染状和网脉状构造。矿石矿物主要以黄铁矿为主，其次为自然金、含银自然金；脉石矿物以石英为主，其次为重晶石、迪开石、高岭石、绢云母等。矿区围岩蚀变作用主要有硅化、黄铁矿化、高岭土化、绿泥石化和碳酸盐化。矿体受断裂构造、不整合面和热液角砾岩等控制，其中北西向和南北向断裂是成矿控制断裂。成矿控制条件具有“三位一体”的特点。

关键词：矿床特征；热液角砾岩；控矿构造；三位一体
中图分类号：P621 文献标识码：A 文章编号：1673-2464 (2009) 06-0074-05

GEOLOGY AND CONTROLS OF JINSHAN GOLD DEPOSIT IN XINJIANG

ZHU Bing-yu[1,2,3,4], ZHU Yi-guang[5], XIA Bin[1], MA Hua-dong[1,2,3,4],
Daniel Ricklemann[4], Steven Allutt[4]

(1. *Key Lab of Marginal Sea Geology, Guangzhou Institute of Geochemistry and Institute of Southern Sea, CAS, Guangzhou 510640, China;* 2. *Graduate School, CAS, Beijing 100049, China;* 3. *Xinjiang State 305 Project Office, Urumqi 830000, China;* 4. *Xinjiang Jinchuan Mining Ltd., Urumqi 830000, China;* 5. *School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China*)

Abstract: The Jinshan gold deposit, located in Yining county, Xinjiang, is a large gold deposit in exploration, belongs to the epithermal type. The gold ore deposit occurs in the lower Dahalajunshan formation volcanics, early Carboniferous. The ore-hosting sequence has been formed into hydrothermal breccia due to the thermal alteration and structural brecciation. The ore bodies display as stratal with transition to their wall rocks. Ores are of breccia, disseminated, and network structures. The ore minerals include pyrite (major), and natural gold, silver-bearing natural gold, and the gangue mineral include quartz (major), barite, dickite, kaolin and sericite. The alteration includes silification, pyritization, kaolinization, chloritization and carbonitization. The ore bodies are defined by NW- and SN-orientated faults, unconformity faces and thermal breccia together.

Key words: gold deposit features; hydrothermal breccia; ore-controlling structure; three-in-one control

1 概述

新疆伊宁县金山金矿床是一正在进行勘探的大型金矿，其外围及深部找矿前景巨大。一些研究者从矿床地质特征、液体包裹体、同素位地球化学等方面对矿床进行了研究，提出浅成低温热液型金矿[1-3]、硅化岩型金矿[4-5]、热泉型金矿[6]、高硫型浅成低温热

收稿日期：2009-05-27；修订日期：2009-10-28；责任编辑：刘英姿。
基金项目：国家重点基础研究发展规划 (2006CB403500)；国家自然科学基金 (40773036，40073019)；高等学校学科创新引智计划 (B07011)；教育部长江学者和创新团队发展计划项目的部分成果。
第一作者简介：朱炳玉 (1966—)，男，博士生、高级工程师，主要从事矿床地质与地球化学研究。
E-mail: zhuyiguang1986@163.com

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

液型矿床[7]等成因认识。但近年来金川矿业公司在该矿床又投入了大规模的勘探工作，获得了大量深部地质资料，对于深入认识矿床特征、控矿条件、矿床成因创造了有利条件

2 成矿地质背景

矿区位于博罗科努早古生代岛弧西段的阿希地体内。该地体于早古生代发生裂谷作用，形成吐拉苏火山断陷盆地[8]，并形成包括阿希、金山等大型金矿在内的吐拉苏金矿带。吐拉苏火山断陷盆地形成于早石炭世，基底地层为新元古代—早古生代地层，盆地内沉积了一套早石炭统大哈拉军山组火山—沉积岩。大哈拉军组在吐拉苏盆地可分为 5个岩性段，从下到上依次为：角砾岩段、酸性凝灰岩、下安山岩段、安山质角砾岩段和上安山岩段[9]。

3 矿床地质特征

金矿床位于吐拉苏金矿带西北部，矿区由伊尔曼得、京希—巴拉克、马依托背、狮子山几个矿段组成(图 1)。矿区范围东西长 5 km，南北宽 4 km，面积 20 km^2。矿区出露地层由老到新有青白口系开尔塔斯组第二岩性段 (结晶灰岩段 Qnk^2)、上奥陶统呼独克达坂组第四岩性段 (块状灰岩段 O_3h^4)、下志留统尼勒克河组 (S_1n^{ss})、中志留统基夫克组 (S_2j^{lk})、下石炭统大哈拉军山组第一岩性段 (砂砾岩段 C_1d^1)、下石炭统大哈拉军山组第二岩性段 (酸性凝灰岩段 C_1d^2)、第三岩性段 (下安山岩段 C_1d^3) 及第四岩性段 (火山碎屑岩段 C_1d^4)、下石炭统阿恰勒河组第一岩性段 (砂岩段 C_1a^1)，以及第四系沉积。

矿床褶皱构造不发育，仅见一个背斜构造，即伊尔

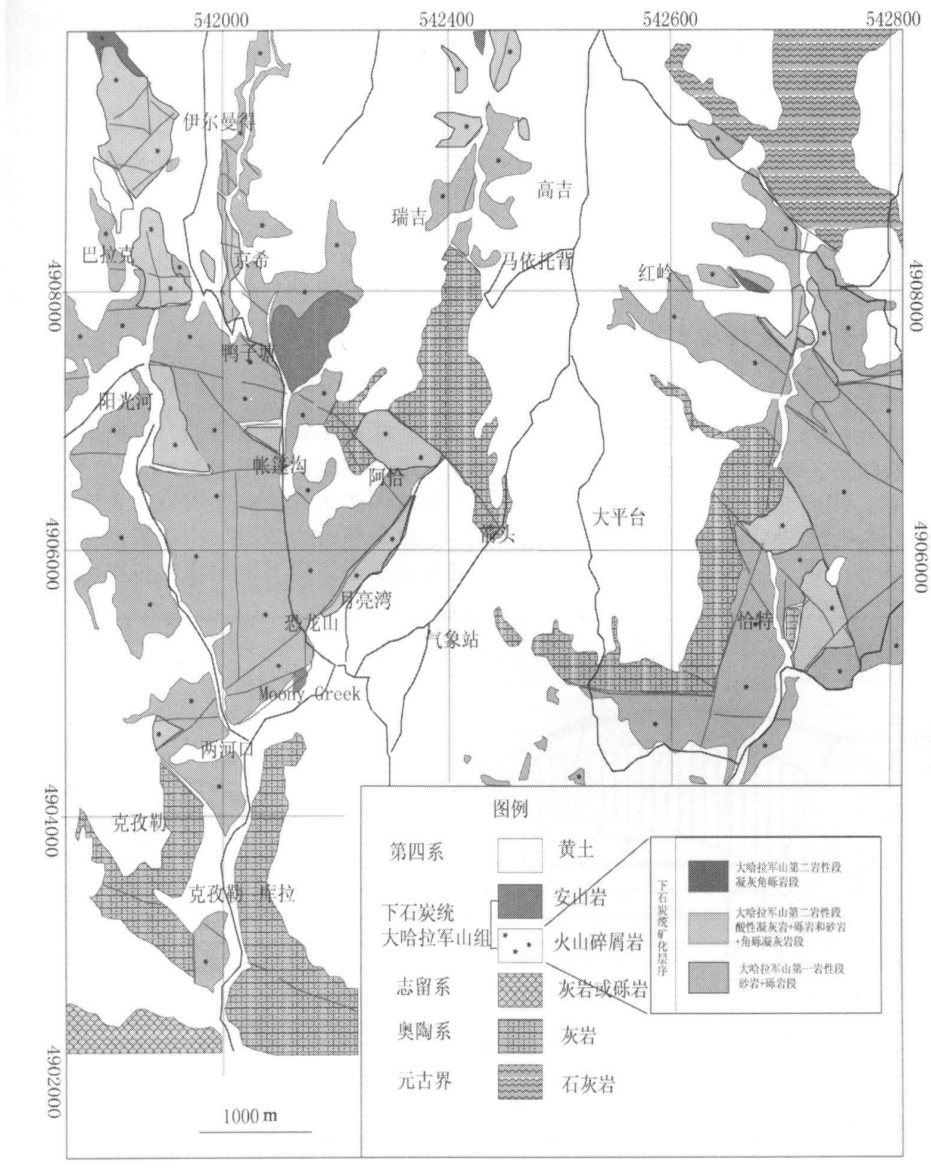

图 1　金山金矿床地质略图

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

曼得背斜，分布在伊尔曼得北西向断裂南北两侧。矿区发育的断裂主要有北西西向、北西向、南北向、东西向、北东向等 5组断裂。根据对矿区 25个节理点 800多组数据做出节理玫瑰花图发现其走向与北西西向、北西向、南北向、东西向这 4组断裂方向基本一致 (图 2)。

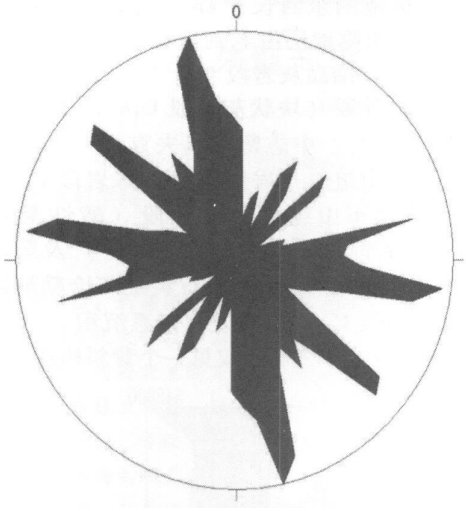

图 2 金山金矿床节理玫瑰花图

3.1 矿体特征

矿床包括伊尔曼得、京希一巴拉克、狮子山和马依托背 4个矿段。其中狮子山矿段较小，矿体总体呈似层状，与围岩产状基本一致。矿体与围岩呈过渡关系。下面以伊尔曼得主矿体为代表进行叙述。

伊尔曼得矿体南北长约 700 m，东西宽约 550 m。矿化分布范围受断裂限定，北西呈开放式。主矿体东西向展布，呈地毯状，倾向东，缓倾斜，倾角 20°～30°(图 3)。圈定矿体垂深 300 m。矿体一般厚 30～40 m。金品位最高 15.6×10^{-6}，平均品位 0.88×10^{-6}。

3.2 矿石特征

矿床矿石矿物成分比较简单，主要为自然金，含银自然金，少量银金矿。金属矿物中的硫化物以黄铁矿类 (胶黄铁矿、白铁矿）为主，次为毒砂，少量闪锌矿、方铅矿及微量的黄铜矿；氧化物矿物以褐铁矿、黄钾铁钒为主，次为磁铁矿、白太矿和孔雀石。脉石矿物以石英为主，含量高达 85%～90%，次为重晶石、萤石、迪开石、高岭石、绢云母等。

矿石结构主要有它形一半自形一自形晶粒状结构、交代残余结构、假象结构、填隙结构等。矿石构造主要有角砾状构造、星点状构造、细脉浸染状构造和网脉状构造。

3.3 围岩蚀变

矿区围岩蚀变作用主要有硅化、黄铁矿化、高岭土化、绿泥石化和碳酸盐化。围岩蚀变与金成矿息息相关，区内已知金矿体与围岩蚀变紧密伴生。尤其是热液角砾岩分布指示金矿 (化）体的存在部位。金成矿与硫化物及硅化蚀变带关系最为密切，主矿体和富矿体往往产在其中；外侧为高级泥化蚀变带，与金成矿关系较为密切，局部硅化和黄铁矿化较强部位有金矿 (化）体存在；再向外侧为泥化蚀变带，局部有金矿化体存在，具有找金的指示意义；最外则为绿泥石碳酸盐化蚀变带，为金矿体外围岩石中的蚀变，属区域性的热液蚀变现象。

3.4 成矿期次

矿床在不同地质时期、不同物理和化学条件下形成，各时期成矿作用不尽相同，生成的矿物也不同，据此将该矿床的成矿作用分为 3个期次、6个阶段。

第一期次为原始沉积富集成矿期。该成矿期是指在火山活动作用下金元素初步富集期。

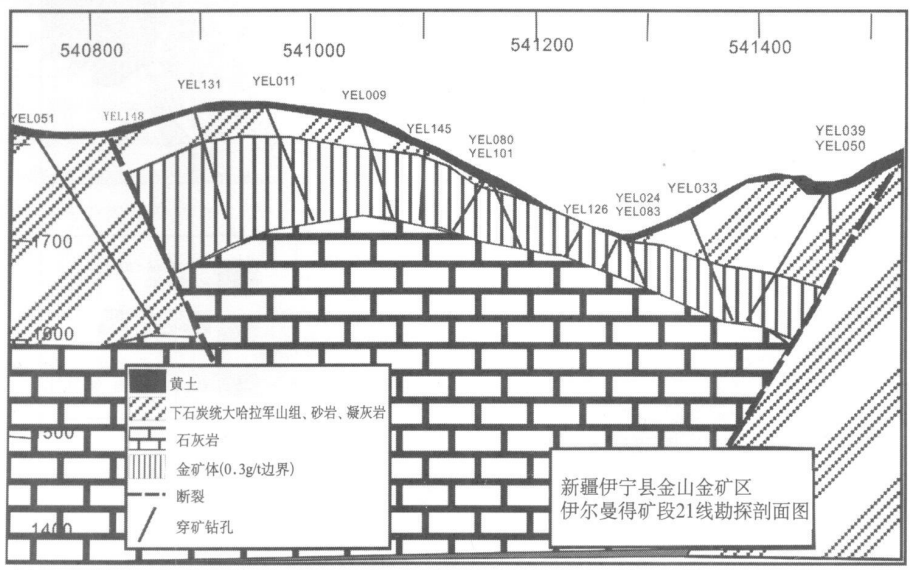

图 3 伊尔曼得矿段 21线勘探线剖面图

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1) 绿泥石—石英—黄铁矿化阶段。广泛发育在矿体底板、外围安山岩、凝灰岩和砂砾岩中。在火山碎屑沉积期后由于火山次生热液和沉积成岩作用生成大量绿泥石，黄铁矿伴随有少量的金。

第二期次为浅成低温热液成矿期。浅成低温热液作用下金元素进一步富集。该期热液活动特点是热液在早期固结的岩石中活动，并有大气水渗入，形成次生热液与围岩发生交代蚀变作用。

2) 面状硅化黄铁矿阶段。这是矿床最主要的成矿阶段，形成大量地毯状的青灰色、黑灰色强硅化强硫化的低品位矿体，构成矿区伊尔曼得矿段、京希矿段、马依托背矿段、狮子山矿段和巴拉克矿段的主体。岩石经历强烈硅化、毒砂化和黄铁矿化作用。

3) 脉状硅化黄铁矿毒砂化阶段。此阶段生成的石英和毒砂—黄铁矿以细脉状产出为特征，石英颗粒较第二成矿阶段生成的粗，呈犬齿状石英细脉产出，穿插于面状硅化岩之中。毒砂—黄铁矿脉和石英脉宽 0. 03mm ~ 2. 50mm，在岩石中常形成网脉状构造。

4) 重晶石石英阶段。此阶段生成的石英、方解石和重晶石，呈细脉状产出，穿破早期成矿阶段生成的石英细脉。

5) 雄黄—雌黄—萤石阶段。主要分布在伊尔曼得南部矿体的边部。

第三期次为表生淋滤富集期。氧化淋滤使得金再次溶解迁移 (胶体吸附形式)，沿着近地表的潜水面附近沉淀富集，或沿着断裂破碎带富集形成

6) 针铁矿—黄钾铁矾阶段。此阶段主要由表生作用形成，形成大量氧化矿石，氧化矿石的空间分布有两种形式沿着风化带面状分布或沿着破碎带分布。

4　矿床控矿条件分析

诸多控矿因素中，深部构造、地层岩性、岩浆活动无疑是成矿重要的控矿因素。除此之外，金山矿床矿体形成还具有断裂构造、不整合面构造和热液角砾岩“三位一体”的特点。

4. 1　地层控矿

含矿地层为下石炭统大哈拉军山组第一、二岩性段，容矿岩石主要有凝灰角砾岩、角砾岩凝灰岩及砾岩、砂岩、凝灰岩等。这些岩石孔隙度较大，有利于热液渗透活动。

在京希矿段大哈拉军山组第二岩性段采取未经过热液蚀变的岩石进行地球化学研究，发现金及伴生元素丰度值普遍高于地壳克拉克值。Au元素平均值为 29. 5× 10^{-9}，是地壳克拉克值的 7. 4倍[4]，说明成岩过程成矿元素已初步富集，构成矿源层。

4. 2　次火山岩在控矿中的作用

矿床内侵入岩不发育，在京希东侧有狮子山石炭纪斜长安山岩次火山岩体出露，为火山颈相产物。该次火山岩体沿北西向伊尔曼得断裂与北东向断裂交叉部位贯入，侵位于下石炭统大哈拉军山组第三岩性段中，为岩石的硅化及金的活化运移富集提供了必要的热源。也不排除还提供了部分成矿物质。

4. 3　热液角砾岩的控矿作用

热液角砾岩是热液蚀变作用和构造机械角砾岩化综合作用的产物，而且往往与构造角砾岩空间上伴生，在金山矿床各矿段普遍存在，具有重要的控矿作用意义。热液角砾岩是被改造优化了的容矿岩石，勘探查明热液角砾岩可以存在于第一、二岩性段各种岩层，与矿体紧密共生。

4. 4　断裂构造控矿作用

矿区内的北西向、南北向和北东向断裂是矿床主要控矿断裂 (表 1)，为金的进一步活化、迁移、富集提供了有利场所。

表 1　金山金矿主要控矿构造一览表

断层编号	位置	规模	产状			断层性质	断裂控矿特征	控矿性质
			倾向	倾角	走向			
F_2	伊尔曼得－狮子山南	延长 > 3 500 m	30°~ 45°	50°、70°	北西向	逆断层	伊尔曼得西南边界断裂，或许曾提供成矿物质，穿过巴拉克矿床北东，京希矿床西南	导矿和容矿断裂
F_4	伊尔曼得－阳光河	延长 > 3 500 m	85°~ 95°	70°	南北向	正断层	是伊尔曼得矿床及伊尔曼得南矿体的通道断裂，在断裂部位矿体增厚，使得矿体随断裂向东侧伏	导矿和容矿断裂
F_9	伊尔曼得南	延长 > 1 000 m	85°~ 95/ 265°~ 275°	80°	南北向	正断层	伊尔曼得南矿体容矿断裂，巴拉克矿床的西部边界断裂和通道断裂	导矿和容矿断裂
F_12	电话山东面	延长 > 500m	50	80	北西向 (340°)	正断层	京希中部断裂，是京希北部富矿带的西部断裂，断裂附近金矿化升高．京希坑道中见到．	导矿和容矿断裂
F_13	京希河，南部沿河谷分布	延长 > 1 500 m	85°	70°	南北向	正断层	京希矿床东部断裂，是京希东南部富矿带的通道断裂．在京希东南，断裂以西是灰岩基底，富矿体沿断裂到发育	导矿和容矿断裂

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

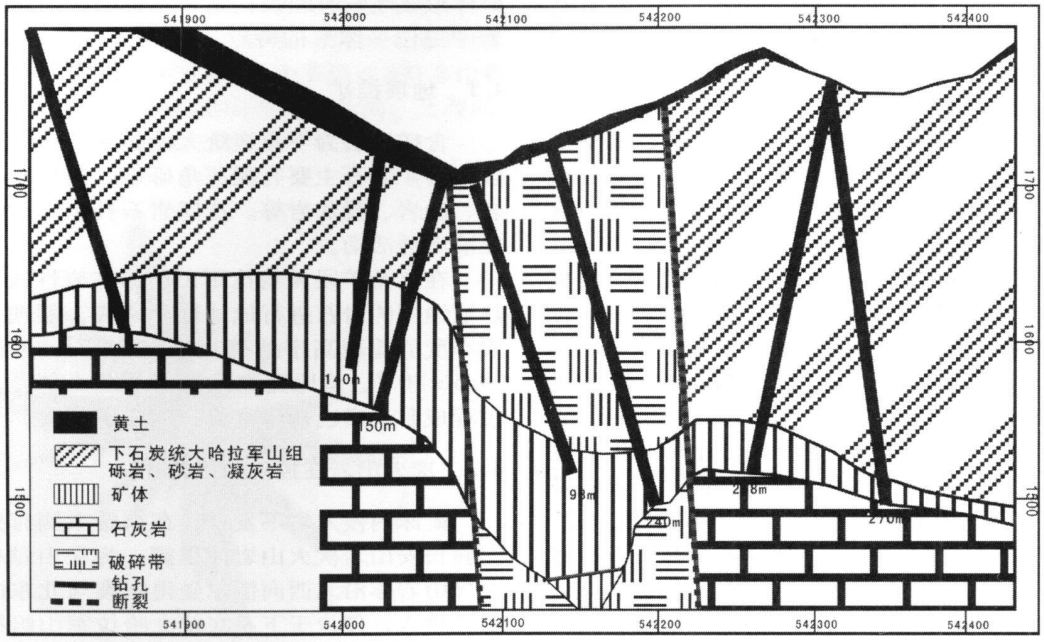

图 4 F13控矿断裂剖面图

其中矿区中部北西向伊尔曼得断裂主干断裂，横贯矿床，延伸较长，为岩浆活动和热液运移提供了空间，是导浆导矿构造。伊尔曼得、京希、巴拉克、狮子山矿段均分布于该断裂两侧以及该断裂和其他断裂节点上。

南北向断裂具张性特征，沿着断裂岩石破碎、硅化强烈。南北向断裂构成的断裂破碎带，为热液的上升与扩散提供了通道，当热液上升到岩层不整合面附近时，沿着不整合面破碎带运移，由于压力条件的变化导致热液的沉淀，形成矿体 (图 4)。这些不同期次、不同性质、不同规模的断裂为金的进一步活化、迁移、富集提供了有利场所。北东向断裂也控制着矿体就位，如马依托背和狮子山矿段。

4.5 不整合面构造控矿

伊尔曼得、京希、巴拉克、马依托背和狮子山缓倾斜矿体大都产在不整合面破碎带及其上下附近。作者认为：早期的热液从深部上来后，从上升转为侧向运移，改变了成矿热液的压力条件，可能导致金及黄铁矿的沉淀；不整合构造面的滑脱部位常常可形成矿体的膨大部位；而且，下降的低温热液与上升的热液在这里混合交换，导致矿液的温度压力及化学活性改变，也可促使金聚集成矿。

5 结论

伊宁县金山矿床主要发生在下石炭统大哈拉军山组火山岩内，成矿流体的迁移和与围岩相互作用主要发生在断裂构造发育部位，尤其是断裂交汇部位。矿石中的角砾状构造、浸染状 – 微细粒浸染状构造、显微脉状构造、星点状构造、网脉状构造等反映成矿作用与断裂及裂隙构造有关。同时根据成矿物质来源于岩浆热液等特征推测，该矿床具有成矿深度浅、成矿温度低的特点，应属于浅成低温热液金矿床。

矿床具有低品位、大矿量、矿石矿物成分比较简单、埋藏浅等特点，成矿作用经历多期次多阶段的特点，围岩蚀变与成矿作用息息相关并指示金矿体存在部位的特点，成矿控制条件具有断裂构造、不整合面构造和热液角砾岩“三位一体”的特点。

参考文献

[1] 冯娟萍, 王居里 . 西天山阿希、京希—伊尔曼得金矿床成矿流体包裹体研究及矿化类型探讨 [J]. 西北地质, 2005, 38(1): 31-36

[2] 贾斌, 毋瑞身, 田昌烈, 等 . 西天山晚古生代吐拉苏火山盆地金矿成矿系列的成矿机理 [J]. 地质与资源, 2003, 12(1): 32-35

[3] 沙德铭, 董连慧, 毋瑞身, 等 . 西天山地区浅成低温热液型金矿地质特征及成矿模式 [J]. 西北地质, 2003, 36(2): 50-59

[4] 漆树基 . 伊宁吐拉苏火山盆地构造及金矿成矿关系 [J]. 新疆地质, 1999, 17(2): 121-128

[5] 毋瑞身, 漆树基, 董连慧, 等 . 新疆伊宁县阿希金矿控矿规律与外围靶区评价研究 [R]. 国家 305 项目研究报告(85-902-04-01), 1995

[6] 翟伟, 杨荣勇, 漆树基 . 新疆伊宁县伊尔曼德热泉型金矿床地质特征及成因 [J]. 矿床地质, 1999, 18(1): 47-54

[7] 肖龙, 王方正 . 新疆伊犁京希—伊尔曼得金矿区角砾岩特征及成因 [J]. 矿物岩石, 2002, 22(2): 9-12

[8] 肖序常, 汤耀庆, 冯益民, 等 . 新疆北部及其邻区大地构造 [J]. 北京: 地质出版社, 1992

[9] 张桂林, 梁金城, Hayward N, 等 . 新强西天山吐拉苏火山盆地金矿的构造控矿规律 [J]. 地质与勘探, 2002, 38(5): 24-29

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net