新疆金山金矿床构造控矿模式探讨

朱炳玉[1,2,3], 杨隆勃[4], 夏　斌[1], 朱亿广[4], 刘家军[4], 马华东[1,2,3]

(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; 2. 中国科学院研究生院;
3. 新疆维吾尔族自治区国家 305项目办公室; 4. 中国地质大学 (北京)地球科学与资源学院)

摘要: 通过对新疆西天山金山金矿床勘探资料综合研究, 识别出京希矿区存在火山塌陷构造与同生断裂耦和, 对京希金矿床成矿过程中起着重要控制作用, 造就了富大金矿体。不整合面+断裂+热液角砾岩是金山金矿床控矿的基本特征。根据控矿构造组合方式, 发现 3种构造控矿式样: 矿体形态主要受控于不整合面的"伊尔曼得式", 矿体形态受不整合面和南北向断裂联合控制的"巴拉克式"和矿体形态主要受控于火山塌陷构造和同生断裂控制的"京希式"。

关键词: 金山金矿床; 火山塌陷构造; 同生断裂; 构造控矿模式

中图分类号: P 618.51　　文献标识码: A　　文章编号: 1001- 1277(2010)05- 0016- 06

1 区域地质概况

金山金矿床产于中国新疆西天山吐拉苏晚古生代上叠盆地, 含矿岩系属下石炭统大哈拉军组陆相火山岩。大哈拉军组分为 5个岩性段, 从下到上依次为: 砾岩段、酸性凝灰岩段、下安山岩段、安山质角砾岩段和上安山岩段。火山岩由第二一第五岩性段构成, 主要是中一酸性熔岩及火山碎屑岩, 总厚度约 1 100 m。第一期喷发主要发生在南北两侧火山洼地, 呈东西向分布, 由大哈拉军山组 1~ 3岩性段组成。第二期喷发沿着吐拉苏西部近南北向火山构造带发育, 金山金矿床和阿希金矿床即沿此带分布。

金山金矿床构造位置属于吐拉苏西部近南北向火山构造带, 但是含矿火山岩系属于第一期喷发产物。根据矿区勘探资料, 第二岩性段火山碎屑岩以爆发相为主, 可分 2个喷发韵律: 下部韵律火山活动, 沉积总厚度大于 181 m, 夹多层砂砾岩层, 其中火山碎屑岩累计厚度超过 120 m; 上部韵律火山火山碎屑岩厚度大于 190 m(估计地表部分被剥蚀), 其中火山岩厚度累计接近 150 m, 以京希北部 JX 040钻孔穿过最厚。

2 矿床地质特征

金山金矿床位于新疆吐拉苏盆地西北部, 矿区 20 km^2 范围出露地层(见图 1)由老到新有上奥陶统呼独克达坂组第四岩性段 (块状灰岩段 O_3h^4)、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)、第三岩性段安山岩段 (C_1d^3)及第四岩性段火山碎屑岩段 (C_1d^4), 以及第四系沉积。其中大哈拉军山组第一、第二岩性段是金矿含矿层位。

矿区中部出露有华力西中期次火山岩侵入体——狮子山岩体, 面积约 0.6 km^2, 由斜长安山玢岩组成, 推测为火山颈充填物。东北部马依托背河上游也发育酸性岩脉。

矿区断裂非常发育, 主要有北西西向(东西向)、北西向、南北向、北东向等 4组断裂 (见图 1)。矿区褶皱不发育。

2.1 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(见图 1)。矿体总体呈似层状。金矿体按产状可分 2组: ①伊尔曼得、京希一巴拉克矿段矿体总体走向南东 123°, 倾向与地形一致, 西坡矿体倾向西, 东坡矿体倾向东, 倾角 20°~ 30°, 受南北向断裂控制, 在沟谷地带断裂带深部矿体陡倾, 倾角 60°~ 70°; ②狮子山和马依托背矿段矿体走向北东 30°, 倾向北西, 倾角 20°~ 30°。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阐述。

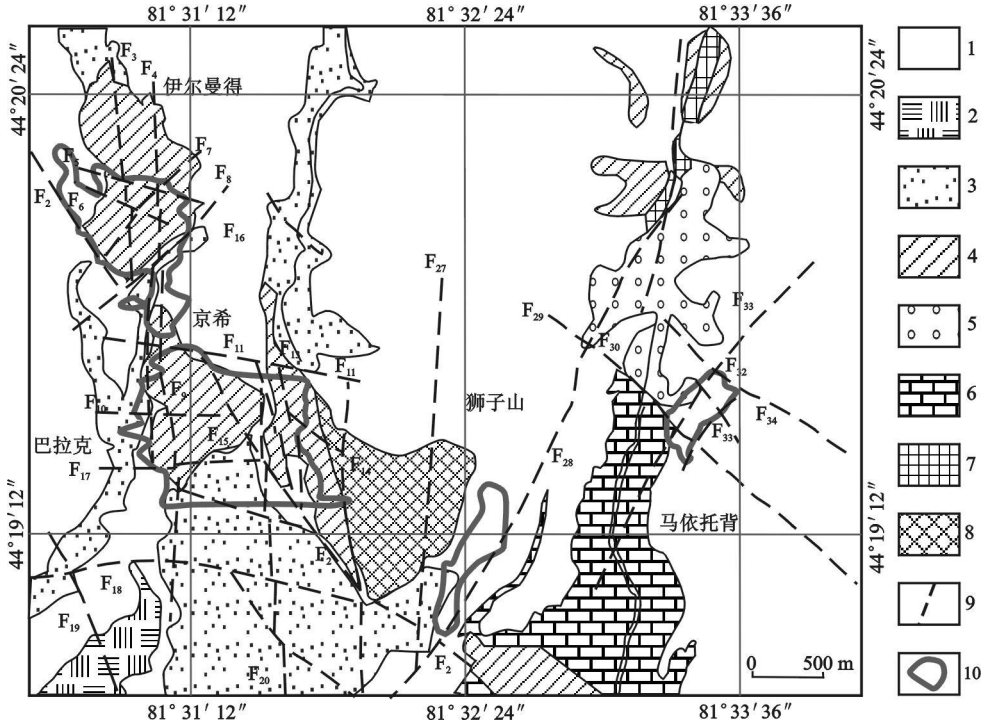
伊尔曼得矿体南北长约 700 m, 东西宽 550 m。矿化分布范围受断裂限定。主矿体呈地毯状, 倾向东, 缓倾斜, 倾角 20°~ 30°(见图 2)。圈定矿体垂深 300 m。矿体一般厚 30~ 40 m。金品位最高 15.6 × 10^{-6}, 平均品位 1.00 × 10^{-6}。

收稿日期: 2010- 03- 29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40973035, 40073019); 高等学校学科创新引智计划项目 (B07011); 教育部长江学者和创新团队发展计划项目 (IRT0755)

作者简介: 朱炳玉 (1966—), 男, 甘肃陇南人, 博士研究生, 高级工程师, 研究方向: 矿床地质与地球化学; 乌鲁木齐市克拉玛依西路 2号, 新疆维吾尔族自治区国家 305项目办公室, 830000

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



1—第四系黄土　2—大哈拉军山组第四岩性段砂岩、凝灰岩段　3—大哈拉军山组第三岩性段安山岩　4—大哈拉军山组第二岩性段角砾凝灰岩夹砂岩、砾岩段　5—大哈拉军山组第一岩性段砂岩、砾岩段　6—上奥陶统灰岩　7—石炭系酸性岩脉　8—石炭系安山玢岩　9—断裂　10—金矿体水平投影

图 1　金山金矿床地质略图

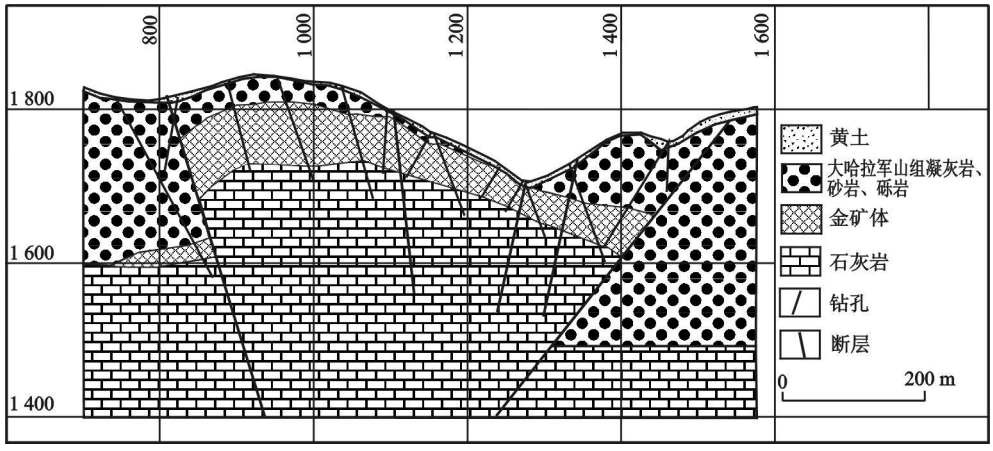


图 2　新疆金山金矿床伊尔曼得北段 24勘探线剖面图

2 2　矿石特征

矿石中矿物成分简单, 主要为自然金、含银自然金、少量银金矿。金属硫化物以黄铁矿类为主, 次为毒砂, 少量闪锌矿、方铅矿; 氧化矿物以褐铁矿、黄钾铁钒为主, 次为磁铁矿和孔雀石。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—半自形—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、细脉—浸染状构造。

2 3　围岩蚀变

矿区围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、迪开石化(高岭土化)、绿泥石化和碳酸盐化。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。

2 4　成矿期次

该矿床的成矿期次分为: 原始沉积富集成矿期, 浅成低温热液成矿期和表生氧化期 3期。浅成低温

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

热液成矿期又分为面状硅化黄铁矿阶段、脉状硅化黄铁矿毒砂化阶段、重晶石石英阶段和雄黄 – 雌黄 – 萤石阶段 4个阶段。

2 5 矿床成因

前人对新疆金山金矿床成因开展了较多研究工作, 认为该金矿属浅成低温热液型金矿床[2–5]、硅化岩型金矿床[6–8]、热泉型金矿床[9]、高硫型浅成低温热液型矿床[10–13]等成因认识。对于浅成低温热液矿床次一级成因分类归属, 存在争议。

3 构造控矿特征

3 1 断裂控矿

矿区的控矿断裂分为 4组: 北西向断裂控制矿床位置, 南北向断裂叠加富集成矿, 成矿后活动将矿体错断或升降, 东西向断裂成矿后活动切断南北向矿体。

金山矿区断裂演化分 3期: 断裂在成矿前活动形成容矿岩系和基础构造; 在热液成矿期活动, 形成金矿床的热液导流网络, 促成金矿聚集就位; 成矿后活动的断裂, 将矿体错断或升降。

3 2 火山塌陷构造控矿

通过研究火山构造控矿作用, 发现京希北段金矿受火山塌陷构造控制。主要依据有: 京希金矿 21勘探线剖面图 (见图 3)反映金矿体呈水饺状, 揭示京希金矿体受火山洼地控制; 京希金矿南北向剖面图 (见图 4)也反映金矿体受火山洼地控制; 京希金矿区北段酸性凝灰岩与砂砾岩接触面地势图 (见图 5)揭示了在京希北段深部砂砾岩存在一个凹陷, 东北壁较缓, 西南砂砾岩呈陡壁状。由此推测, 京希北部曾经发生过火山塌陷, 这也与现在地貌特征吻合。京希 21勘探线剖面证实近南北向断裂 F_{20}、F_{12}、F_{13}等与火山塌陷构造、热液角砾岩空间上耦合 (见图 3), 所以京希北段矿体品位高, 厚度大。

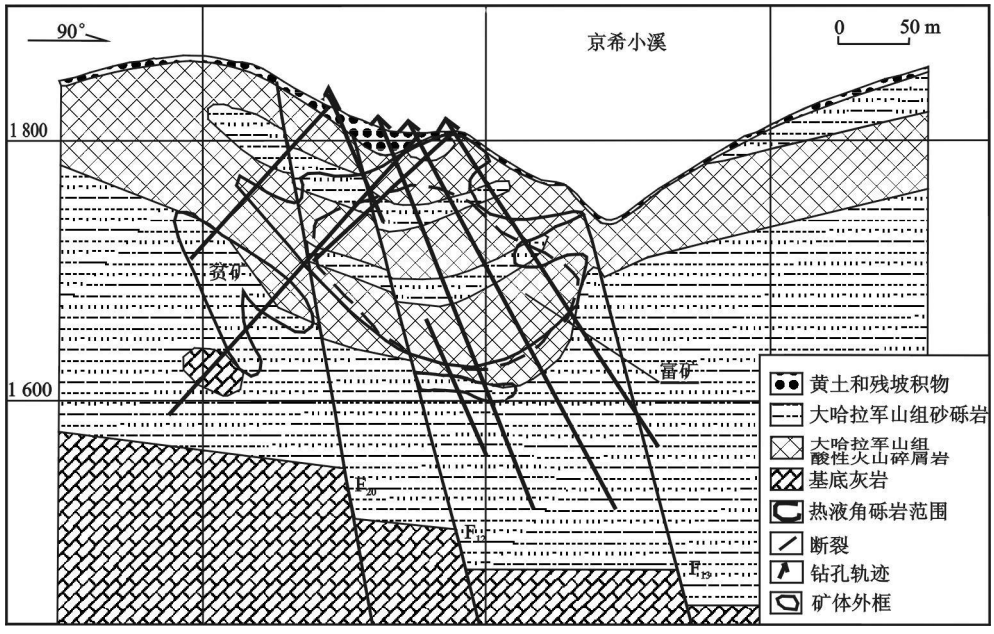


图 3 京希金矿北段 21勘探线剖面图

3 3 同生断裂控矿

同生断裂控矿作用日益受到人们重视。翟裕生院士指出: 同生断裂在海底喷流成矿期持续脉动, 含矿热水不断地从同生断裂喷流到海盆并在下降盘一侧卸载、沉淀的结果, 同生断裂下降盘地层厚度和矿层厚度大。下降盘形成角砾状矿石厚大矿体。同生断裂有利于发育持续稳定完整的热水对流系统, 促进热液中成矿物质卸载聚集形成大矿[14]。裴容富院士指出"三同一体"构造聚敛场 (指同生成矿断裂、同成矿褶皱、同成矿角砾岩)对层控的大型矿床成矿具有重要控制作用[15]。

金山金矿区同成矿褶皱现在不明朗, 但同生断裂和同成矿构造角砾岩则不可排除。

前人研究认为含矿岩层位属于大哈拉军山下部喷发旋回, 火山喷发主要受北西西向构造控制[16–17]。因此, 找到控制含矿岩性喷发和含矿热液活动的同活动断裂, 无疑具有很重要找矿意义。

由于后期火山和断裂的改造和破坏, 早期活动的 NWW 向断裂很难识别。有鉴于此, 笔者制作了京希矿段南北向剖面图 (见图 4)和基底灰岩顶面地势图 (见图 6)。经分析发现横切京希矿床的 F_{13}断裂是从早到晚多期次活动的断裂, 具有同生断裂的特征:

(1)从剖面看出该断裂两侧岩相、地层和矿体厚度急剧变化, 断裂北侧下降盘火山碎屑岩、碎屑岩、热

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

液角砾岩和矿体厚度均大于南侧上升盘 (见图 4)。

(2)分析认为 F_{15}断裂在大哈拉军山火山喷发前就开始活动, 倾向北的灰岩陡坎或就是它的断层崖 (见图 4, 北部有部分钻孔没有打到灰岩层), 并且控制了大哈拉军山组底部砂砾岩的沉积, 断裂北侧砂砾岩厚度远大于南侧。在第二岩性段酸性凝灰喷发同时段发生活化, 使得北侧上盘酸性凝灰岩厚度大。在酸性凝灰岩喷发之后, 又开始沉积了部分砂砾岩, 北侧砂砾岩厚度大于南侧。因此, 该断裂属多次脉动。

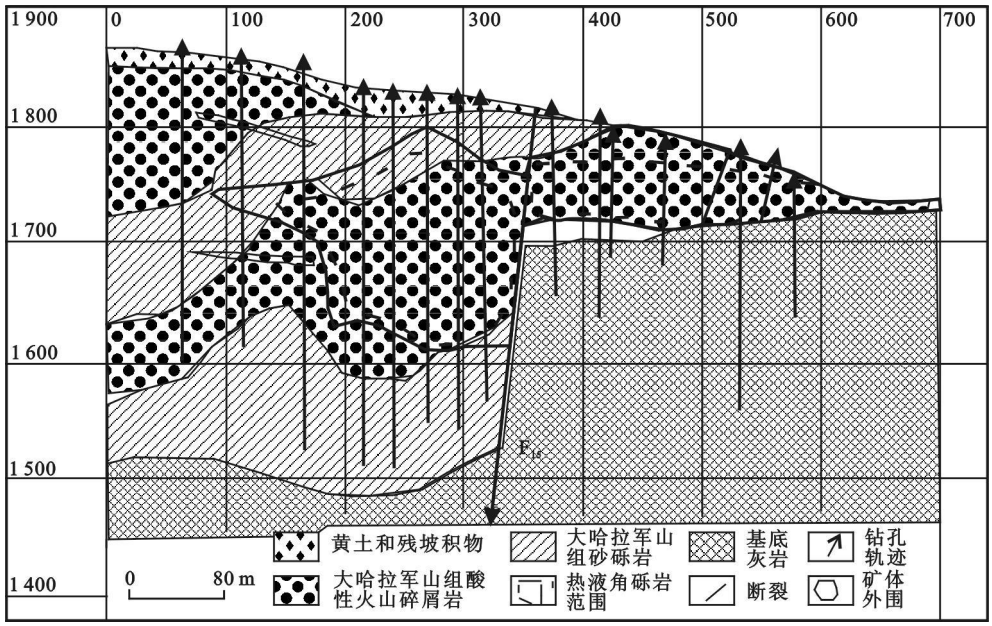


图 4　京希金矿段南北向剖面图

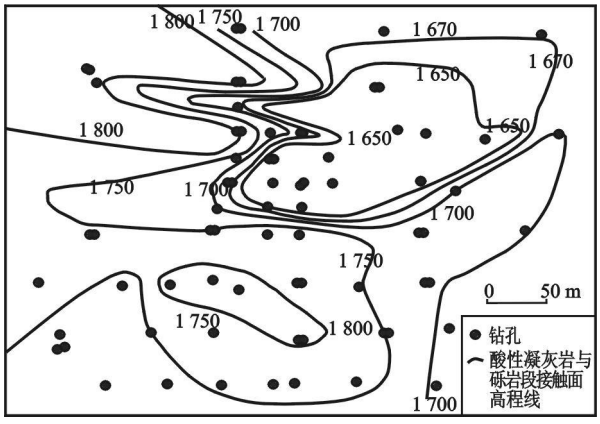


图 5　京希金矿区北段酸性凝灰岩砂砾岩接触面地势图

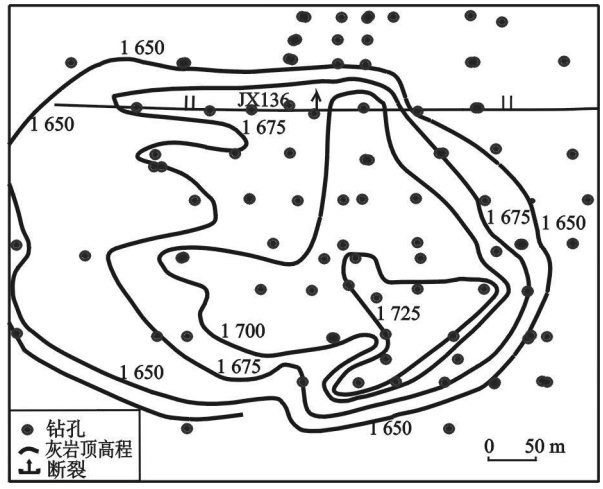


图 6　京希金矿区北段灰岩基底顶界地势图

(3)京希北部火山角砾岩中有基底灰岩岩块混入, 在含矿热液角砾岩中也含有较多砂砾岩角砾, 角砾成分为复成分, 还有来自基底灰岩角砾。

(4)同生断裂 (F_{15})在成矿期持续张开充当热液通道, 导致热水上涌量大, 热水在时间、空间和数量上集中, 有利于发育持续、稳定、完整的热水对流系统。最终促成热液在火山洼地里大量聚积形成的硅化体积巨大, 当液压远远大于岩压时, 直接导致热液致爆角砾岩形成。

(5)沿同生断裂破碎带上升的热液卸载大量成矿物质成矿, 而北侧热液角砾岩和矿体的体积也远大于南侧。矿体在北侧厚度可达 150~ 180 m, 是南侧金矿体厚度的 5~ 10倍, 矿石品位也高达 46×10^{-6}。成矿后期复活, 成矿后期含矿热液再次沿同生断裂上升叠加成矿, 与火山塌陷构造、近南北向构造、不整合面构造等多种有利构造耦合, 造就了矿区矿化深度最大、品位最高的京希富矿体。

(6)热液成矿末期, 热液温度降低, 由于矿质沉淀和硫化物析出之后, 弱酸性热液逐渐变为弱碱性, 最后方解石析出。勘探发现有大量方解石发育在矿

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

体下部和不整合面上部, 在同生断裂 F_{15}深部也大量产出, JX 150钻孔穿过的方解石脉孔深从 130 m 到 180 m, 视厚度达到 50 m。

3 4 不整合面构造控矿

不整合面控矿作用在于: 构成面型分布的高孔隙带, 造就热液角砾岩, 多期次活动驱动矿液的运移, 构成地球化学障促进矿液卸载 (另文讨论)。

3 5 热液角砾岩带控矿

矿区广泛分布热液角砾岩, 就起形成过程, 称之为水压致裂角砾岩[11-18]。笔者研究认为, 不整合面上的构造角砾岩与火山角砾岩叠加在一起, 当含矿低温热液沿此断裂部位运移时, 硅质很容易沉淀堵塞通道, 致使热液压力上升, 产生爆破, 这种气液爆破角砾岩与上述两类成因的角砾岩耦合在一起, 往往沿断裂和不整合面分布, 就其成因是复成因的。据作者统计, 热液角砾岩型矿石占资源总量 63%。

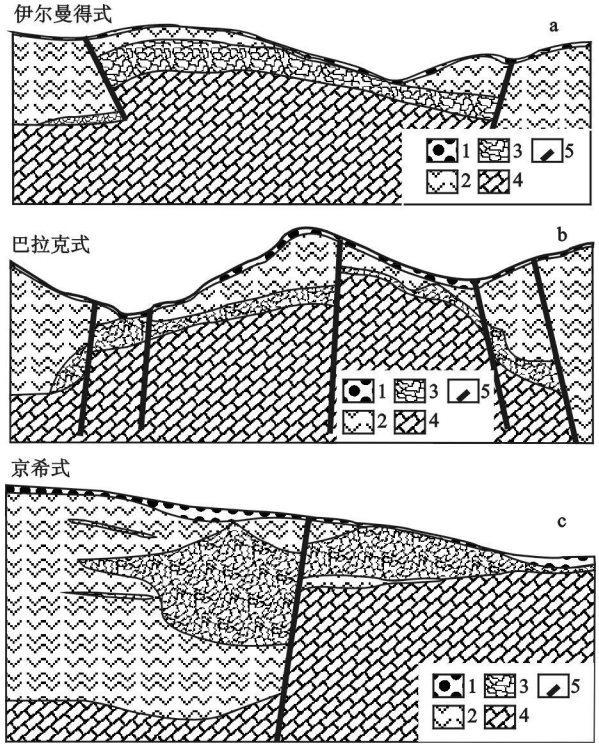
4 构造控矿模式

金山金矿床大多数矿体产出受不整合面控制, 不整合面 + 断裂 + 热液角砾岩是金山金矿床控矿的基本特征。但是不同矿段控矿构造组合的式样不完全相同, 因此形成矿体矿石质量、规模也不同。伊尔曼得矿、马依托背矿埋深浅, 氧化程度高, 矿石易采易选, 已经被确定为首采地段。京希金矿床厚度大品位高, 资源量大。因此总结金山金矿构造控矿模式, 无疑对指导金山矿床外围乃至整个吐拉苏成矿带找矿研究具有十分重要意义。

据综合分析归纳出 3种构造控矿模式。矿体形态主要受控于不整合面的“伊尔曼得式”, 矿体形态受不整合面和南北向断裂联合控制的“巴拉克式”和矿体形态主要受控于火山塌陷构造和同生断裂的“京希式”。马依托背金矿体主要受不整合面控制, 是“伊尔曼得式”矿床抬升过高风化剥蚀的残余, 矿体一般高程比伊尔曼得高出 100~ 200 m, 应属于伊尔曼得式。狮子山矿床埋深大, 据现有钻孔控制程度, 也属于“伊尔曼得式”。

4 1 “伊尔曼得式”构造控矿模式

伊尔曼得北段金矿体主要分布于不整合面之上, 灰岩穹隆顶部, 火山岩地层也构成背斜, 北西走向断裂把背斜南西翼切割, 北西向断裂和北东向断裂成矿期后共轭活动, 把矿体抬升到近地表, 矿体缓倾斜。南北向断裂在成矿早期可能是导矿断裂, 由于晚期缓倾斜矿体已经被抬升到高位, 温度太低, 所以缺少热液晚期成矿叠加, 在伊尔曼得矿床西南部北西向断裂深部的下盘有少量热液晚期形成的金矿体。笔者把这一类构造控矿式样, 称为“伊尔曼得式”, 主要控矿因素组合为: 不整合面 + 北西、北东向断裂。形象上很像房顶, 又称之为“房顶式”(见图 7- a)。



1—黄土　2—大哈拉军山组凝灰岩、砂岩、砾岩　3—金矿体　4—石灰岩　5—断裂

图 7 金山金矿床构造控矿模式图

4 2 “巴拉克式”构造控矿模式

巴拉克金矿床与京希矿床南部连为一体, 有共同特点, 分别处于灰岩穹隆东西两侧, 矿体总体上赋存在不整合面附近的热液角砾岩中。由于晚期热液沿着南北向断裂带的较深部位卸载形成埋深较大富矿体, 使得矿体增厚加深, 两侧产状变陡, 而且在灰岩产状突变或者灰岩陡壁旁侧金矿石品位增高, 据勘探资料叠加富厚金矿体主要发育在伊尔曼得南、京希东南和巴拉克西南部, 深度介于 1 500~ 1 600 m。把这类控矿构造组合称为: 巴拉克式金矿构造控矿。主要控矿因素组合为: 不整合面 + 南北向断裂。形象上又被称为“屋顶 + 墙壁式”(见图 7- b)。巴拉克—京希南发现 5条南北向控矿断裂。

4 3 “京希式”构造控矿模式

京希矿区北段矿体形态特殊, 容矿热液角砾岩成分复杂, 矿体厚度大、品位高, 资源接近矿田总资源量 40%, 产出于一个火山塌陷构造。南北向断裂多期次活动可能也对深部金矿石品位进行了叠加, 但矿体形态主要受控于火山塌陷构造和同生断裂, 矿体体积大、延深大, 而且火山岩厚度大, 部分钻孔未能穿到厚大矿体之下的基底灰岩, 也没有穿到传统模式中蘑菇状模式的根部, 估计还在北部。在京希主矿体北

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

侧、北东侧, 发育若干受火山碎屑岩 (晶屑凝灰岩、凝灰角砾岩)裂隙带控制的小矿体。京希主矿体南侧同生断裂之上就是不整合面型缓倾斜矿体, 因此把这种控矿的构造模式称为“京希式”(见图 7- c)。主要控矿因素组合: 火山塌陷 + 同生断裂 + 不整合面。根据金矿体形态暂称为“谷仓式”。火山塌陷和同生断裂耦合造就了“矿仓”。

5 结 论

对金山矿区各矿段勘探资料综合分析后, 识别出: 京希北段有近东西向同生断裂和火山塌陷构造, 对京希金矿床形成起着重要控制作用, 造就了金矿体富大。

不整合面 + 断裂 + 热液角砾岩是金山金矿床控矿的最主要特征, 但是不同矿床构造控矿因素组合的式样不完全相同。金山金矿床构造控矿 3种式样: 矿体形态主要受控于不整合面的“伊尔曼得式”, 矿体形态受不整合面和南北向断裂联合控制的“巴拉克式”和矿体形态主要受控于火山塌陷构造和同生断裂的“京希式”。

“伊尔曼得式”矿体品位一般, 矿体形态简单, 氧化程度高, 易采易选是首采地段; “巴拉克式”(屋顶 + 围墙式)矿体分布范围大, 局部品位高, 找矿潜力大; “京希式”矿体大而富, 可以圈出富矿体, 资源量大, 值得进一步重点开展找矿。

[参 考 文 献]

[1] 朱炳玉, 朱亿广, 夏斌, 等. 新疆金山金矿床地质特征及控矿条件 [J]. 资源与产业, 2009, 11(6): 74- 78.

[2] 廖启林, 戴塔根. 新疆北部浅成低温热液型金矿床成矿地球化学特征初探 [J]. 地质地球化学, 2000, 28(2): 19- 25.

[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] 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.

[5] 冯娟萍, 王居里, 欧阳征健. 西天山阿希、京希—伊尔曼得金矿床矿化类型探讨——来自流体包裹体的证据 [J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2007, 37(1): 99- 102.

[6] 漆树基, 张桂林. 伊宁吐拉苏地区硅化岩型金矿特征及成因 [J]. 新疆地质, 2000, 18(1): 42- 50.

[7] 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.

[8] 贾斌, 毋瑞身, 田昌烈, 等. 西天山伊耳曼得型金矿流体特征及成矿环境 [J]. 地质与资源, 2003, 12(3): 146- 153.

[9] 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.

[10] 肖龙, 王方正, 付民禄, 等. 伊犁京希—伊尔曼德金矿床的热液蚀变及成矿流体演化特征 [J]. 地质学报, 2001, 75(4): 518- 526.

[11] 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.

[12] 肖龙, 王方正, Begg Graham, 等. 新疆京希—伊尔曼得金矿床矿化类型: 热液蚀变及流体包裹体证据 [J]. 矿床地质, 2002, 21(1): 58- 64.

[13] 肖龙, 王方正, 张桂林, 等. 新疆西天山高硫化型京希—伊尔曼得金矿床的识别标志及其找矿意义 [J]. 地质科技情报, 2002, 21(3): 74- 78.

[14] 翟裕生, 彭润民, 向运川, 等. 区域成矿研究法 [M]. 北京: 中国大地出版社, 2004. 164- 168.

[15] 裴荣富, 吴良士, 熊群尧. 中国特大型矿床成矿偏在性与异常成矿构造聚 [M]. 北京: 地质出版社, 1998: 70- 72.

[16] 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.

[17] 田昌烈, 毋瑞身, 沙德铭. 西天山吐拉苏—也里莫墩金矿带简述 [C] //中国新疆天山地质与矿产论文集, 北京: 地质出版社, 2004: 193- 207.

[18] 汪劲草, 夏斌, 漆树基. 伊宁吐拉苏火山盆地金矿成矿构造系统与远景评估 [J]. 新疆地质, 2003, 21(4): 383- 386.

Study on the structure ore-controlling model in Jinshan gold deposit, Xinjiang

Zhu Bingyu[1,2,3], Yang Longbo[4], Xia Bin[1], Zhu Yiguang[4], Liu Jiajun[4], Ma Huadong[1,2,3]

(1. *Key Laboratory of Marginal Sea Geology, Guangzhou Institute of Geochemistry and South China Sea Research Institute, Chinese Academy of Sciences*; 2. *Graduate School, Chinese Academy of Sciences*; 3. *National 305 Project Office, Xinjiang Uygur Autonomous Region*; 4. *School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences (Beijing)*)

Abstract With the integrated study on the exploration data of west Tianshan Jinshan gold deposit in Xinjiang, the Jingxi mining area was identified to exist the coupling of volcanic collapse structure and contemporaneous fault, which was the controlling factor in the metallogenic process of the deposit and formed large and rich orebodies. Unconformity surface, fault and hydrothermal fluid breccia are the basic ore-controlling characters in Jinshan gold deposit. 3 types of structure ore-controlling forms are concluded, Yelmend type controlled by unconformity surface, Barak type controlled by unconformity surface and N- S faults, Jingxi type controlled by volcanic collapse structure and contemporaneous fault.

Keywords: Jinshan gold deposit; volcanic collapse structure; contemporaneous fault; structure ore-controlling model

(编辑: 宿晓静)

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