

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2022.01.001

新疆东准噶尔南明水东蚀变岩型金矿床 地质特征、控矿因素和找矿标志

梁孝伟,王雪杰,毛红伟,丁威成,梁东

(中国冶金地质总局新疆地质勘查院,乌鲁木齐 830000)

摘要: 在野外地质调查的基础上,对新疆东准噶尔南明水东金矿床的矿床地质特征、成因类型、控矿因素、找矿标志以及下一步找矿方向进行了综合研究,认为该矿床为中低温热液蚀变岩型金矿床,受韧-脆性剪切带、地层建造和热液活动的多重控制。矿区地质环境复杂,地表蚀变带规模较大,深部尚未完全控制,具有较好的找矿前景。南明水组的层间断裂、褶皱交汇部位是成矿的有利地段。

关键词: 南明水东金矿;蚀变岩型金矿床;矿床地质特征;控矿因素;找矿标志;新疆维吾尔自治区

中图分类号: P613;P618.51 文献标识码: A

0 引言

东准噶尔地区位于新疆维吾尔自治区准噶尔盆地的东北缘,处于西伯利亚板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块的结合部位,是中亚造山带的组成部分;该区构造运动复杂,岩浆活动频繁,是地学研究和矿产勘查的热点地区^[1-2]。在东准噶尔地区发育有著名的卡拉麦里金矿带^[3-4],目前已经发现的金矿床、金矿点和金矿化点已逾百处^[5],南明水东金矿床即位于卡拉麦里金矿带的东南端^[4]。

南明水东金矿床于2004年发现以来,陆续有多家勘查单位进行了工作,目前矿区已达到详查程度,矿床规模为中小型。但矿床的研究程度较低,与较高的勘查级别不相匹配,金矿类型、成矿模式等还存在不同认识^{①[4-8]},在一定程度上制约了金矿床的进一步找矿勘查。本文在野外地质调查基础上,总结了南明水东金矿床的矿床地质特征、控矿因素和找矿标志,并提出了下一步勘查的建议,以期为新疆北部的金矿找矿勘查提供新的思路。

1 区域地质背景

南明水东金矿区位于新疆奇台县以东160 km处,大地构造属于北塔山—三塘湖复合岛弧带(图1)^②。区域出露地层以泥盆系、石炭系为主,泥盆系主要为中泥盆统平顶山组($D_2 p$)、卡拉麦里组($D_2 k$)和上泥盆统塔木岗组($D_3 t$),为一套浅海相-滨海相的细碎屑岩建造;石炭系主要为下石炭统南明水组($C_1 n$)及上石炭统巴塔玛依内山组($C_2 b$),为一套火山岩建造;其中南明水组($C_1 n$)的出露面积十分广泛,是区域重要的含金地层^[9-10]。区域断裂主要有卡拉麦里深断裂^[11-13]和清水—苏吉泉大断裂^[14],在这两条区域大断裂影响下派生出许多次级断裂;褶皱主要为清水—南明水褶皱束。岩浆岩主要沿卡拉麦里断裂以北地区广泛出露,岩性为华力西中期的超镁铁质岩到酸性侵入岩;区内脉岩较为发育,多沿构造带中次级断裂平行侵位,脉岩在空间上往往与金矿化紧密相关。

卡拉麦里成矿带夹持于卡拉麦里断裂和清水—

收稿日期: 2021-10-06; 改回日期: 2021-12-31; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 梁孝伟(1983—),男,工程师,2012年毕业于中国地质大学(武汉)资源勘查专业,主要从事地质找矿和金属矿产研究。通信地址:新疆乌鲁木齐市水清木华A0座12楼,中国冶金地质总局新疆地质勘查院;邮政编码:830000;E-mail:870265749@qq.com

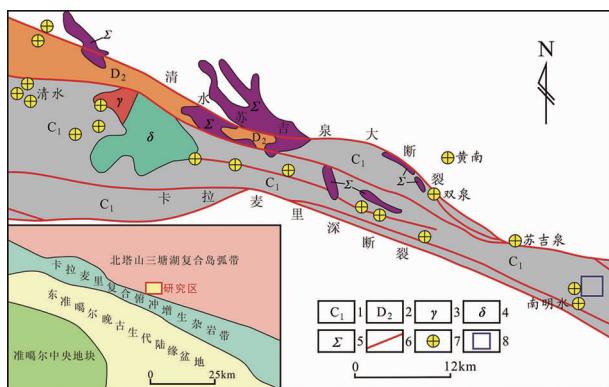


图1 卡拉麦里地区区域地质略图

(据注释②、文献[6],修编)

Fig. 1 Regional Geological sketch of Kalamery area

1. 下石炭统;
2. 中泥盆统;
3. 花岗岩类;
4. 闪长岩类;
5. 超基性岩类;
6. 区域大断裂;
7. 金矿床(点);
8. 南明水东矿区

苏吉泉大断裂之间,东西延伸达300 km,南北展布宽度20~40 km^[14],目前成矿带内已发现有大量的金矿,著名的双泉金矿^[15]、苏吉泉金矿^[16]、清水金矿^[17]和柳树泉金矿^[3]均产于其中,显示出巨大的金矿勘查潜力。

2 矿区地质特征

矿区主要出露下石炭统南明水组(C_1n)^[10],未见有岩浆岩出露,褶皱和构造发育(图2)。

(1)地层。矿区出露地层简单,主要有中泥盆统平头山组(D_2p)和下石炭统南明水组(C_1n),二者以断层接触。平头山组分布于矿区的北部,为一套火山碎屑岩,主要岩性有凝灰砂砾岩、晶屑岩屑凝灰岩,地层倾向SW,倾角60°~75°。南明水组主要为一套火山碎屑岩建造,局部见少量火山熔岩;分为2个岩性段,第一岩性段(C_1n^1)出露于矿区的中北部,岩性有火山凝灰岩、晶屑凝灰岩和凝灰质砂砾岩,为本矿区的主要赋矿层位;第二岩性段(C_1n^2)出露于矿区的西南部,岩性主要有凝灰质砂砾岩、凝灰质粉砂岩夹少量安山岩,与第一岩性段为断层接触。

(2)构造。矿区发育有3条主要断裂(F_1 、 F_2 和 F_3),其中 F_1 断裂分布于矿区北部,为清水—苏吉泉大断裂,为石炭系和泥盆系的分界线;断裂走向NE向-近EW向,断层面陡立,倾向N,断裂带附近发育强碎裂的破碎蚀变带,见强烈的褐铁矿化和黄

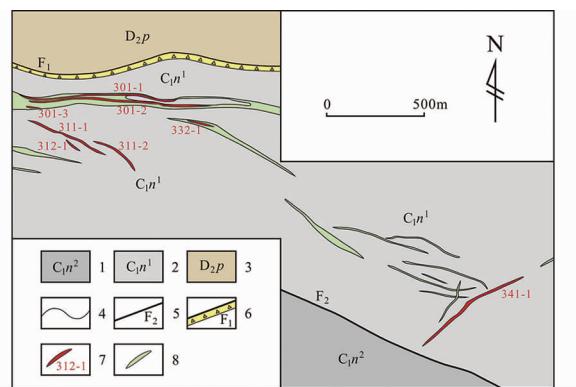


图2 南水明东金矿区地质图

(据文献[9],修编)

Fig. 2 Geological map of Nanmingshuidong Au deposit area

1. 下石炭统南明水组第二段;
2. 下石炭统南明水组第一段;
3. 中泥盆统平头山组;
4. 地质界线;
5. 断裂及编号;
6. 断裂破碎带及编号;
7. 金矿体及编号;
8. 褐铁矿化蚀变带

铁钾钒。 F_2 断裂位于矿区中部,为后期逆断层,切割地层和矿体;走向NE向,延伸长度160 m,断层面倾向SE,近乎直立。 F_3 断裂位于矿区南东部,为逆断层,走向NW,长度>1200 m,东西两侧均延出矿区;断裂面N倾,倾角约为75°,为南明水组上、下2个岩性段的分界线。南明水向斜为一线状紧密的复式向斜,轴向NW向,两翼倾角55°~80°,褶皱带内岩石十分破碎,小褶曲发育,矿区位于该复式向斜的北翼。

(3)蚀变特征。矿区的蚀变带较为发育,其中以301号、341号和311号蚀变带为代表(表1)。蚀变带长140~1310 m,宽1~70 m,受主构造线方位的制约,蚀变带的走向以NE向和近EW向为主,倾角52°~85°,具分支复合特点,西部较宽,向东逐渐变窄;蚀变岩石以浅灰色、黄褐色为主,岩性有蚀变(晶屑)凝灰岩、糜棱岩、石英细脉和石英网脉,蚀变岩的含脉率为5%~25%,局部地段石英呈细脉状-团块状出现;蚀变类型为褐铁矿化、黄铁矿化、毒砂化、硅化、绢云母化、绿泥石化,局部地段可见碳酸盐化、高岭土化。金矿化主要产于蚀变(晶屑)凝灰岩中,受近EW向构造蚀变破碎带控制。共圈定金矿体13个,其中主矿体为301-1、301-2和341-1号矿体。矿体呈脉状,产状与控矿构造基本一致,接触界线较为清楚。

表1 矿区蚀变带特征统计

Table 1 Statistics of characteristics of alteration zones in the deposit area

蚀变带 编号	空间分布	规模/m	形态及产状	蚀变带岩性	蚀变类型	与矿化的关系
301	北部	长1310 m, 宽5~70 m	350°~40°∠52° ~85°,弧状,见 分支复合,向西 张开,向东变窄	蚀变(晶屑)凝灰岩、 糜棱岩、石英细脉和 石英网脉	褐铁矿化、黄铁矿化、 毒砂化,硅化、绢云母 化、绿泥石化,局部可 见碳酸盐化、高岭土化	金矿化体主要赋存在蚀变(晶屑)凝灰岩中, 受近EW向构造破碎带控制,矿体呈脉 状,产状与控矿构造基本一致,接触界线 较为清楚;金矿体4个,主矿体为301-1和 301-2号矿体
341	南东部	长645 m,宽1 ~2 m	120°~140° ∠72°~80°,弧 形,东西两端闭 合	蚀变凝灰岩、糜棱岩 和石英网脉	褐铁矿化、黄铁矿化、 硅化、绢云母化、绿泥 石化,局部有碳酸盐化	金矿体主要赋存在蚀变凝灰岩中,矿体呈脉 状,可见分支复合,接触界线较为清楚
311	中部偏北	长645 m,宽1 ~2 m	25°~40°∠72° ~78°	蚀变凝灰岩、石英细 脉-网脉	褐铁矿化、硅化、绢云 母化、绿泥石化,局部 可见碳酸盐化	金矿体主要赋存在蚀变凝灰岩中,受NE向 逆断层控制,矿体呈脉状,接触界线较为明 显
其他 蚀变带	1号带南西、 矿区南东部	长140~730 m,宽1~42 m	298°~45°∠67° ~82°,细脉状	蚀变凝灰岩、糜棱岩 和石英细脉	褐铁矿化、硅化、绢云 母化、绿泥石化,局部 可见碳酸盐化、高岭土 化	金矿体主要赋存在蚀变凝灰岩中,多受NW 向断裂破碎带控制;矿体呈透镜状,产状与 控矿构造基本一致,接触界线不甚清楚

3 矿床地质特征

3.1 矿体特征

矿区共圈出了金矿体13条,其中301-1、301-2和341-1号金矿体规模较大,为矿区的主矿体(图3)。赋矿岩性为蚀变凝灰岩,其顶底板围岩为凝灰岩、凝灰质砂岩、晶屑凝灰岩,金矿石中常见褐铁矿和黄铁矿。围岩蚀变有绢云母化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化和高岭土化等。金矿体呈脉状展布,产状较稳定,产状29°~350°∠69°~88°,真厚度0.44~6.95 m,平均1.48~2.18 m(表2)。金的品位 $w(Au)=0.53\times10^{-6}\sim60.95\times10^{-6}$,平均品位 $2.76\times10^{-6}\sim3.53\times10^{-6}$,品位变化系数为52%~132%,属有较均匀型矿体。

3.2 矿石特征

(1)矿石矿物成分。金属矿物为自然金、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、毒砂和钛铁矿,脉石矿物为石英、长石、云母和方解石(图4)。

自然金。金黄色,强金属光泽;他形粒状,大小0.005~0.075 mm;金矿物在矿石中多为裂隙金和

孔隙金,部分为包裹金;金的载体矿物多为赤铁矿,少量为石英和毒砂。自然金的成色平均为82.10,杂质含量较少(图5a)。

黄铁矿。多呈交代残余结构存在于赤铁矿中,少量呈不规则微粒聚群不均匀分布(图5b),他形粒状,粒径<0.01 mm,黄白色,呈细小的颗粒状分布。

赤铁矿。多为他形集合体,少量为半自形或自形假晶。赤铁矿交代毒砂或黄铁矿,交代完全时保留黄铁矿或毒砂的矿物外形,呈黄铁矿或毒砂的假相,部分赤铁矿中可见交代残余的黄铁矿或毒砂(图5c)。

褐铁矿。多见于地表氧化带,呈他形粒状,粒径与黄铁矿相近,微带蓝的灰色,多呈单颗粒且分布极不均匀。

毒砂。多为半自形-自形晶(图5d),粒度细小,不均匀分布于脉石中。

(2)矿石结构。矿石结构有胶状结构、自形-半自形晶结构、他形晶结构和交代残余结构等;矿石构造主要为脉状构造、浸染状构造和块状构造等(图4)。

(3)矿石化学成分。矿石中有用元素为Au,无伴生有用组分;矿石中有害元素为C、Sb和As;Cu、Pb、Zn含量甚微。

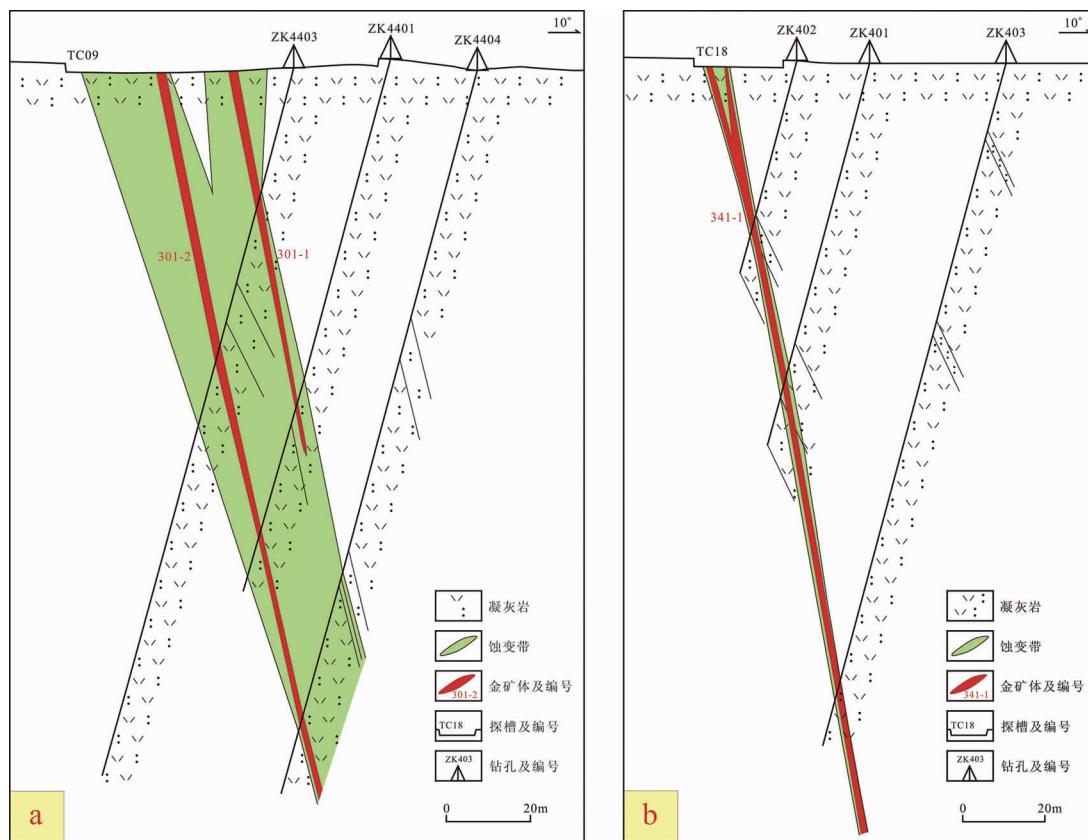


图3 南明水东金矿区勘查线地质剖面图(据梁孝伟①,修编)

Fig. 3 Geological section of prospecting line in Nanmingshuidong Au deposit area

a. 44号勘查线剖面图; b. 40号勘查线剖面图

表2 南明水东金矿床主矿体地质特征

Table 2 Characteristics of the main ore bodies in Nanmingshuidong Au deposit

矿体编号	真厚度/m	平均厚度/m	产状	含矿层岩性	品位 $w(\text{Au})/\times 10^{-6}$
301-1	0.70~2.84	1.48	脉状,产状稳定, $340^\circ\sim29^\circ \angle 69\sim88^\circ$	蚀变凝灰岩	0.83~23.70,平均3.53,品位变化系数102%,为均匀型矿体
301-2	0.44~4.64	1.49	脉状,产状稳定, $350^\circ\sim40^\circ \angle 73\sim87^\circ$	蚀变(晶屑)凝灰岩	0.53~60.95,平均3.23,品位变化系数132%,为较均匀型矿体
341-1	0.62~6.95	2.18	脉状,产状稳定, $123^\circ\sim151^\circ \angle 72\sim80^\circ$	蚀变凝灰岩	0.71~13.30,平均2.76,品位变化系数52%,为均匀型矿体

(4)自然金特征及金的赋存状态。矿石中的自然金以细粒为主,平均粒度0.05 mm,分布极不均匀,局部聚集现象较为普遍。金矿物多呈裂隙金和孔隙金,其次为包裹金;自然金的产出状态多样,大部分自然金以可见金的形式产于石英和碳酸盐矿物之中(图6)。

(5)矿石类型和品级。矿石自然类型为氧化矿石,工业类型为含金蚀变岩型矿石。

3.3 矿床成因

矿区下石炭统南明水组地层Au元素背景值

较高,构成主要的矿源层,为矿床的形成提供了成矿物质来源。在区域构造-岩浆运动中形成的热液不断交代、萃取围岩中的Au元素,使热液中的Au浓度不断增加。在断裂构造活动的高峰阶段之后,由于构造应力释放后岩石处于松弛状态,形成了大量的张性裂隙空间,含矿流体快速向这些低压开放空间运移,填充和交代作用同时发生,继而出现Au元素的富集沉淀,最终形成金矿体。综上分析认为,金矿成因类型属受韧脆性剪切破碎带、地层建造和热液活动控制的中低温热液蚀变岩型金矿床。

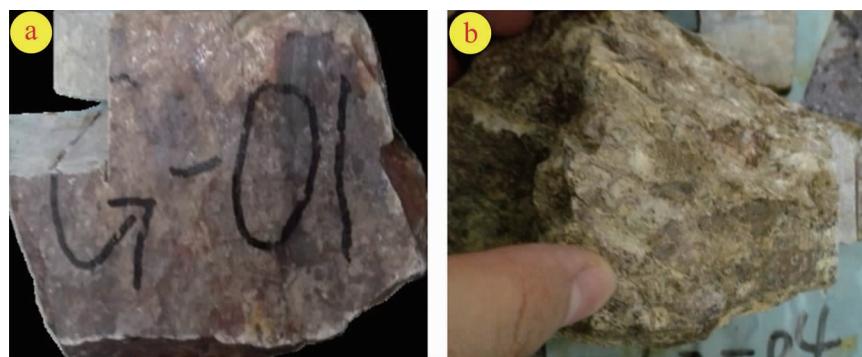


图4 南明水东金矿区金矿石照片

Fig. 4 Ore photo of Nanmingshuidong Au deposit

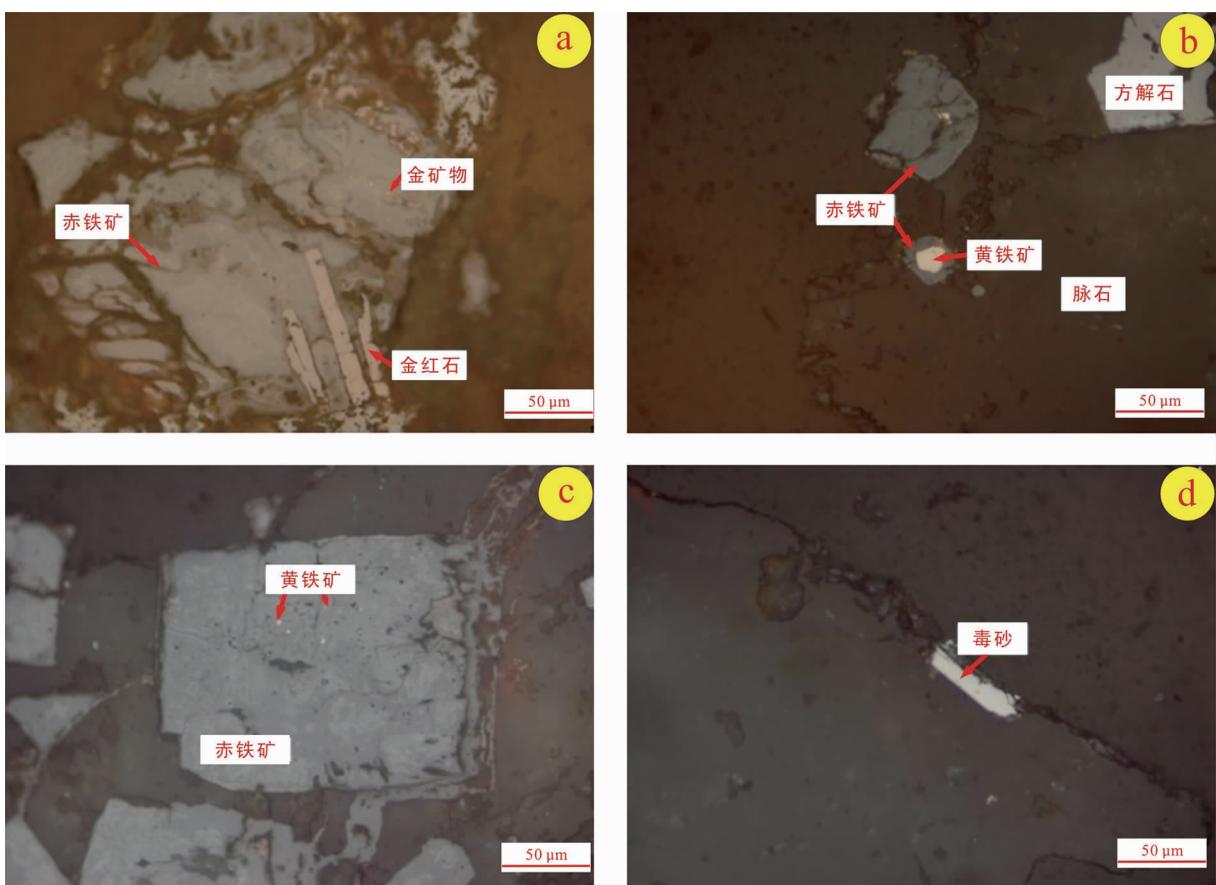


图5 南明水东金矿区矿石矿物显微照片

Fig. 5 Microscopic photo of the ore in Nanmingshuidong Au deposit

- a. 胶状赤铁矿中的包裹金;
- b. 赤铁矿中的交代残余状黄铁矿;
- c. 胶状赤铁矿包裹交代残余的黄铁矿;
- d. 自形状毒砂沿裂隙分布

4 控矿因素与找矿标志

4.1 控矿因素

(1) 地层因素。下石炭统南明水组岩石中 Au

元素的丰度较高,构成主要的矿源层,为金矿的形成提供了成矿物质来源,且区域上卡拉麦里金矿多产于石炭系中,由此认为地层对成矿的控制作用是明显的。

(2) 构造因素。区域断裂为热液的运移通道,次级张性断裂为主要的储矿空间。

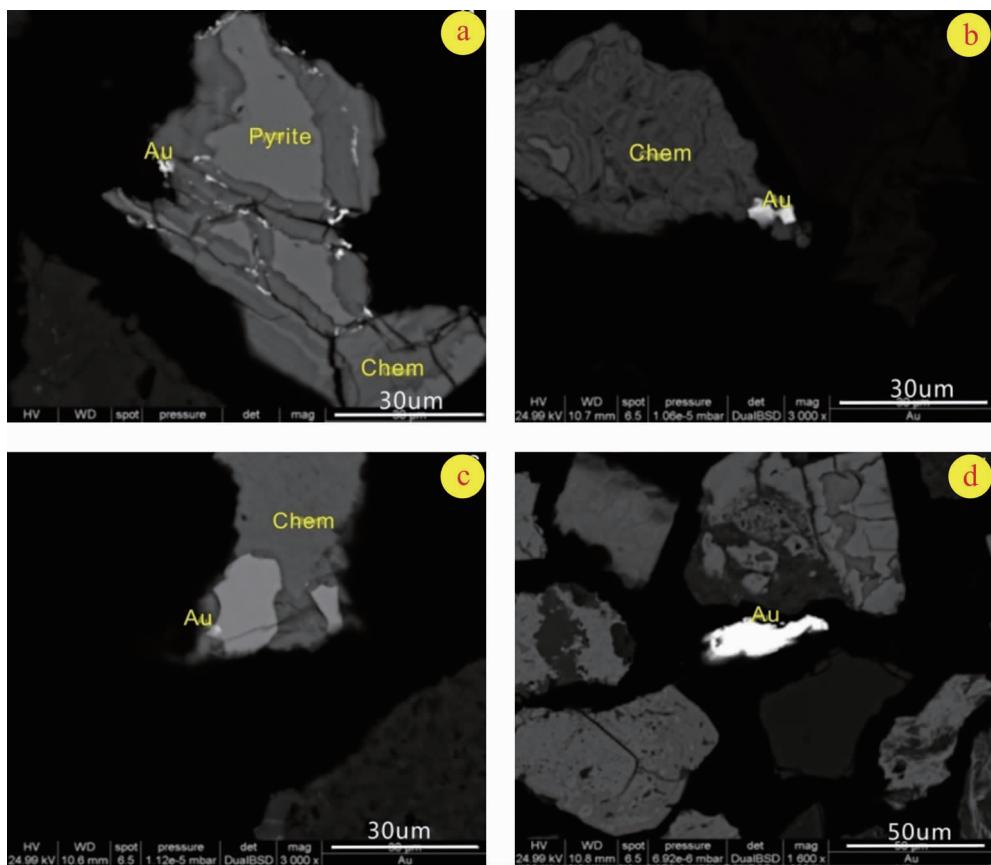


图 6 南明水东金矿区含金矿物电子探针照片

Fig. 6 Electronic probe photo of Au-bearing mineral in Nanmingshuidong Au deposit

a. 赤铁矿中的金矿物;b. 硅酸盐中的金矿物;c. 毒砂中的金矿物;d. 单体的金矿物

(3)热液因素。金矿体产于破碎蚀变岩和含矿石英网脉中,均为构造、热液活动的直接产物,即为成矿的主要因素。

4.2 找矿标志

(1)下石炭统分布区、断裂的交汇部位,是寻找金矿的有利地质标志。

(2)褐铁矿、黄铁矿、硅化、碳酸盐化、绿帘石化、绿泥石化、绢云母化和高岭土化等是重要的矿化蚀变标志。

(3)Au、Ag、As、Sb 等元素的组合异常(综合异常)与金矿(化)体叠合较好,是关键的勘查地球化学标志。

5 找矿方向

(1)南明水组的 Au 元素丰度较高,可提供金矿的成矿物质,可视为金的矿源层和有利的找矿层位。

(2)构造的发育程度直接影响金元素的富集,断裂构造可为 Au 元素的迁移与富集提供有利的通道

和良好的储存空间,次级断裂及其断裂交汇部位是金矿体形成的有利地段。

(3)加强区内蚀变带同矿区主矿体的对比研究,优选和确定找矿潜力较大的蚀变带,开展深部工程验证工作。

(4)金矿的品位和矿体厚度比较稳定,且向深部有变高(变厚)的趋势,应当注意深部金矿体的找矿评价工作。

6 结论

南明水东金矿是地层、构造和热液综合作用的产物,断裂和构造交汇部位是找矿有利成矿地段,金矿床类型为中低温热液蚀变岩型金矿床;矿区地表蚀变带数量较多,且具一定规模,深部尚未完全控制,具有良好的找矿前景。

注释:

- ① 梁孝伟. 新疆奇台县南明水东金矿详查报告. 乌鲁木齐:中国冶金地质总局新疆地质勘查院, 2018.
- ② 新疆维吾尔自治区地质调查院. 新疆维吾尔自治区矿产资源潜力评价. 乌鲁木齐:新疆维吾尔自治区地质调查院, 2010.

参考文献:

- [1] 路彦明, 张玉杰, 潘懋, 等. 新疆东准噶尔地区金矿类型、地质特征[J]. 地球学报, 2010, 31(3): 434–442.
- [2] 张栋, 路彦明, 葛良胜, 等. 东准噶尔卡拉麦里地区金铜多金属成矿系统和地球动力学[J]. 地质论评, 2015, 61(4): 797–816.
- [3] 程海伟. 新疆卡拉麦里成矿带金矿床地质特征及其时空分布[J]. 新疆有色金属, 2014, 37(S1): 42–44.
- [4] 葛战林, 章永梅, 顾雪祥, 等. 新疆东准噶尔南明水金矿床成矿流体特征: 流体包裹体及氢氧同位素证据[J]. 现代地质, 2018, 32(5): 887–901.
- [5] 同晓兰, 李逸凡, 刘红涛. 新疆卡拉麦里造山型金矿系统[J]. 新疆地质, 2014, 32(3): 328–333.
- [6] 李潇, 林斌. 新疆奇台县南明水东金矿地质特征与找矿模型[C]//河南省地质学会. 河南地球科学通报, 2016: 8.
- [7] 康军. 新疆奇台县南明水东金矿床地质特征浅析[J]. 西部探矿工程, 2016, 28(10): 122–125.
- [8] 朱少华. 新疆东准噶尔南明水东金矿区金矿地质特征及成因研究[D]. 西安: 长安大学, 2016.
- [9] 蔡土赐. 新疆维吾尔自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1999: 54–61.
- [10] 张守林, 杨自安, 傅水兴. 新疆卡拉麦里成矿带赋矿岩层-矿化蚀变遥感特征[J]. 地质与勘探, 2001, 37(5): 41–44.
- [11] 赵磊, 季建清, 徐芹芹, 等. 新疆北部卡拉麦里晚古生代走滑构造及其叠加变形序次[J]. 岩石学报, 2012, 28(7): 2257–2268.
- [12] 董静. 新疆卡拉麦里清水泉金铜矿床地球化学特征及成因研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2015: 9–13.
- [13] 徐春华, 纪瑞元, 郭文杰, 等. 韧性剪切带中金成矿地质构造解析方法及找矿预测: 以卡拉麦里大断裂带金矿为例[J]. 河南科学, 2015, 33(7): 1199–1205.
- [14] 徐斌. 新疆卡拉麦里成矿带金矿构造-岩浆控矿规律及找矿预测研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2010: 30–48.
- [15] 路彦明. 新疆东准双泉地区金矿构造控矿规律及勘查找矿方向[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2008.
- [16] 雷杰. 新疆奇台县苏吉金矿成矿条件与找矿前景浅析[J]. 新疆有色金属, 2009, 32(6): 10–12.
- [17] 董静. 新疆卡拉麦里清水泉金铜矿床地球化学特征及成因研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2015: 9–13.

Geological characteristics, ore-control-factors and prospecting criteria of Nanmingshuidong altered rock type Au deposit at the East Junggar District, Xinjiang Autonomous Region

LIANG Xiaowei, WANG Xuejie, MAO Hongwei, DING Weicheng, LIANG Dong

(Xinjiang Geological Exploration Institute of China Metallurgical Geology Bureau, Urumqi 830000, China)

Abstract: On basis of field investigation, comprehensive study was carried out on geological characteristics, genesis, ore-control factors, prospecting criteria and the future prospecting direction of Nanmingshuidong Au deposit. We consider that it is a meso-epithelial altered rock type Au deposit controlled by ductile-brittle shear zone, strata and hydrothermal activities. The geological setting is complicated at surface. Alteration spreads in large area. The ore at depth is not controlled thus potential for further prospecting. The future prospecting should be directed to the favorable metallogenic localities of inter formation fault zone of Nanmingshui formation and the folds' cross.

Key Words: Nanmingshuidong Au deposit; altered rock type Au deposit; geological characteristics of ore deposit; ore-control factor; prospecting criteria; Xinjiang Autonomous Region