

文章编号: 1009-6248(2006)03-0007-05

新疆多拉纳萨依金矿区构造特征与成矿关系

王伟涛¹, 张复新², 张健¹

(1. 吉林大学地球科学学院 吉林 长春 130061; 2. 西北大学地质系 陕西 西安 710069)

摘要: 多拉纳萨依金矿发现于20世纪80年代末, 近年研究确认该矿与韧性剪切带关系密切, 但对于韧性剪切带如何控制金矿床的形成并未进行深入研究。笔者从地质背景、矿床地质, 以及控矿构造分析了多拉纳萨依金矿床特征及其成矿机理; 明确了矿床产于泥盆系托克萨雷组第三岩性段的灰岩-浅变质-硅质岩系, 受控于多拉纳萨依韧性剪切带; 控矿构造具有二次韧性剪切变形、矿化和多期次脉体矿化的特征, 显示出构造活动的多期次性与复杂性, 阐明了构造期次与矿化之间的关系。

关键词: 韧-脆性剪切; 矿化蚀变; 多拉纳萨依

中图分类号: P618.51 **文献标识码:** A

中国新疆北部的阿尔泰地区, 分布着约1200多个矿床, 是世界上著名的铜-多金属成矿带。随着“七五”、“八五”、“九五”、国家305项目的开展, 1985年, 多拉纳萨依金矿床被发现(《中国矿床发现史·新疆卷》编委会, 1996)。多拉纳萨依金矿产于多拉纳萨依次级韧性剪切带, 赋存于泥盆系灰岩-浅变质砂岩-硅质岩中, 是阿尔泰金矿带极其有研究价值的金矿床。

1 区域构造背景

在奥陶纪-泥盆纪准噶尔洋向北俯冲-碰撞-接合的动力学机制下(芮行键等1993), 西伯利亚大陆南缘演变为活动大陆边缘, 形成沟(乌伦古海沟)-弧(喀拉通克岛弧)-盆(克兰弧后盆地)体系(李志纯等, 2002), 阿尔泰金矿带正位于西伯利亚板块与哈萨克斯坦-准噶尔板块的结合部位(王金良, 2000; 李志纯等, 1999)。晚石炭世-早二叠喀拉

通克岛弧与西伯利亚板块碰撞造山(沈远超等, 2004), 使地壳南北向缩短和东西向增厚, 发生挤压-滑脱-冲断, 引发同造山期的构造-流体-成矿作用, 形成阿尔泰金矿带。多拉纳萨依金矿床便产于阿尔泰金矿带阿克萨依向斜东翼多拉纳萨依韧性剪切带内(图1)。

2 矿床地质特征

2.1 矿区岩石类型

矿区内中泥盆统托克萨雷组第三岩性段(D_{2t}^3), 由碎屑岩夹碳酸盐岩、硅质岩组成。受区域动力-热力作用, 岩石已经微变质, 是多拉纳萨依金矿区含金丰度较高的岩系(表1)。中泥盆统托克萨雷组与上覆第三系上新统独山子组(N_{2d})的白色石英砾岩、石英砂岩, 不整合接触。矿区内侵入岩发育, 主要为华力西中期侵入的东格勒黑云石英闪长岩体。此外, 岩脉极为发育, 为钠长花岗岩和钠长

收稿日期: 2006-06-16; 修回日期: 2006-11-22

基金项目: 中国科学院创新工程项目(编号: KZC3-SW-137)和国家科技攻关“305”项目(编号: 2001BA609A-07-08)联合资助

作者简介: 王伟涛(1959-), 男, 硕士研究生, 陕西西安人, 主要从事矿物学、岩石学、矿床学研究。通讯地址: 130061, 吉林省长春市, 吉林大学地球科学学院。

斑岩。钠长石花岗岩沿走向长度超过2 km, 受后期构造的影响, 岩脉沿走向呈扁豆状(图1)。

2.2 控矿构造、矿床分布特征

多拉纳萨依金矿区断裂构造发育, 按其规模以NNE (f_1 、 f_2)、NNW (f_3) 断裂为主, 次为NW、NE和近EW断裂。NNW断裂(f_3)分布于矿区西部布托别山背斜西翼次级向斜核部, 为一顺层断裂破碎带, 倾向南西, 倾角85°; 具导矿构造特征。NNE断裂 f_1 断裂纵贯矿区中部, 产状北西陡倾, 倾角60°~85°; 为重要的容矿构造的特征。

表1 托克萨雷组第三岩性段主要岩性含金量统计

Tab.1 Gold statistic of the third part of Tuokesalei Formation

| 岩石名称 | 样品数 | Au ($\times 10^{-9}$) | 平均Au ($\times 10^{-9}$) |
|---------|-----|-------------------------|---------------------------|
| 灰岩 | 145 | 0~4.8 | 0.17 |
| 千枚岩 | 93 | 0~11.43 | 0.98 |
| 变砂岩-粉砂岩 | 36 | 0.8~2.7 | 1.06 |
| 托克萨雷组 | | | 0.89 |

注: 据新疆十一地质大队, 2003。

目前发现的 号矿体、 号矿体、 号矿体受 f_1 控制, 分别分布于13~28勘探线、28~68勘探线、

13~53勘探线之间, 长约5 km, 破碎带宽20~50 m。圈定 1、2-1至 2-4、8、6等规模较大的工业矿体。矿带由片理化石英闪长岩、片理化薄层状灰岩、蚀变绢云千枚岩、钙质千枚岩、石英脉构成。金的矿化不均匀, 其中碎裂岩化石英闪长岩、片理化石英闪长岩含矿性最佳, 是矿床中最主要的矿石类型。

2.3 矿石类型

矿石主要类型(表2), 根据矿石变质、变形程度, 矿石主要为蚀变岩型和片理化型。蚀变岩型矿石(蚀变绢云千枚岩、钙质千枚岩)主要分布在矿体西侧与托克萨雷组关系密切, 该类矿石一般呈灰白、褐色、褐黄等斑杂色调, 主要矿物为绢云母、黄铁矿、磁黄铁矿、方解石等。片理化型矿石(片理化薄层状灰岩、片理化石英闪长岩)主要发育于 f_1 断层带内, 金属矿物主要有黄铁矿、黄铜矿、毒砂、褐铁矿, 自然金等。脉石矿物有石英、长石、白云母、绢云母、绿泥石、方解石等。金矿物主要为自然金, 少量银金矿、碲金矿。矿石以浸染状、细脉状、细脉浸染状、胶状及蜂窝状等构造。其中, 以星散浸染状构造为主。

表2 多拉纳萨依矿区矿石类型及特征

Tab.2 Type and characteristic of the ore in Duolanasayi gold deposit

| 矿石类型与特征 | 构造变形及性质 | 结构与构造 | 主要矿物组成 |
|----------|---------|-----------|------------------------------------|
| 蚀变绢云千枚岩 | 韧-脆性 | 细脉浸染状 | 绢云母、黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿、绿泥石、毒砂 |
| 钙质千枚岩 | 韧-脆性 | 浸染状 | 方解石、黄铁矿、白云母、绢云母 |
| 片理化薄层状灰岩 | 韧-脆性 | 星散浸染状构造 | 铁方解石、褐铁矿、磁质 |
| 片理化石英闪长岩 | 韧性、韧脆性 | 胶状及蜂窝状 | 石英、长石、黄铁矿、黄铜矿、毒砂、自然金 |
| 石英脉 | 张性断裂中充填 | 细脉状、细脉浸染状 | 石英、黄铁矿、白钨矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、褐铁矿、孔雀石及自然金 |
| 方解石脉 | 张性断裂中充填 | 细脉状、细脉浸染状 | 方解石、黄铁矿、褐铁矿、铜蓝 |

3 控矿构造与成矿关系

多拉纳萨依金矿区构造作用强烈, 表现出构造类型和性质的多样性, 形式多变性, 演化多期多阶段相互叠加等性质。

3.1 控矿构造的多样性

早期构造显示出矿区中西部背斜褶皱与东部紧闭向斜褶皱, 褶皱的有利控矿部位为背斜的转折端, 该处受构造应力强烈, 岩石破碎, 为成矿提供了充足的容矿空间。断裂控矿显示出不同尺度与级别, 长

期乃至现在仍在活动的区域性近东西哈巴河断裂, 限定了成矿作用的南界; 其派生的多拉纳萨依韧性剪切带及NNE, NNW次级断裂, 直接成为控矿与容矿构造, 工业矿体赋存于其中。

3.2 控矿构造性质多样、形式多变

矿区内直接控矿的NNE断裂发育于多拉纳萨依韧性剪切带活动最强烈的地区。因此, 受其影响NNE断裂性质多样、形式多变, 其演化阶段可分为: ①早期韧性片理化变形构造, 以白云母-绢云母化为特征伴随有弱的黄铁矿化; ②中早期张性以石英闪

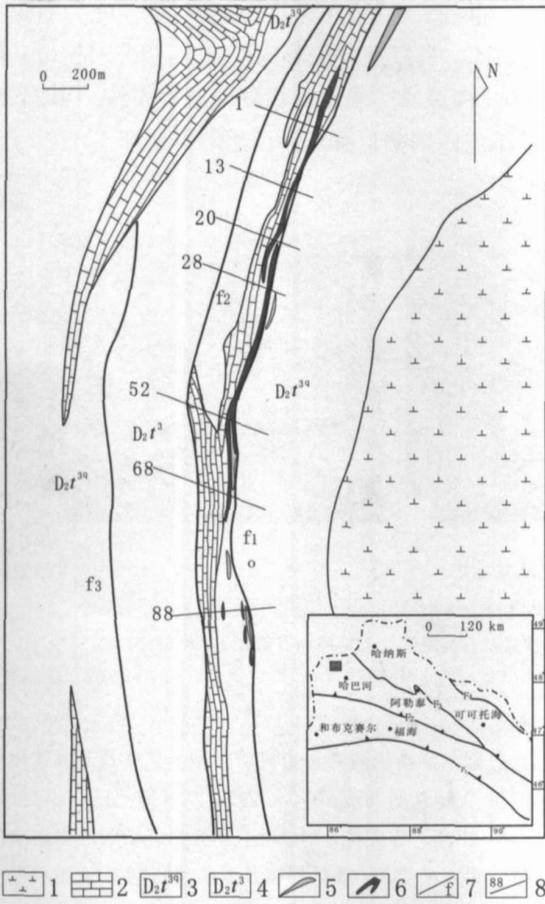


图1 新疆多拉纳萨依金矿区地质及大地构造位置图

Fig. 1 Geologic map of Duolanasayi gold deposit in Xinjiang

F₁ 扎河坝-和布克赛尔俯冲带; F₂ 额尔齐斯断裂带; F₃ 冲呼尔-阿巴官断裂带; F₄ 库热克特断裂带; 1. 东格勒黑云石英闪长岩; 2. 灰岩; 3. 绢云绿泥千枚岩; 4. 碳质板岩; 5. 闪长岩脉; 6. 金矿体; 7. 控矿断层; 8. 勘探线

长岩脉的充填为特征, 伴随的矿化蚀变钠长石化; ③中晚期为韧-脆性, 表现为石英闪长岩片理化, 多与细脉-细脉浸染状黄铁矿-硅化作用密切; ④晚期为脆性张裂带, 分布于控矿构造的上, 下盘, 分别出现规划石英脉型阶段和含铁方解石脉矿化阶段。

3.3 矿田构造演化与成矿关系分析

3.3.1 早期韧性变形

根据野外宏观观测, 控制多拉纳萨依金矿床的控矿构造 f_1 、 f_2 , 位于多拉纳萨依剪切带之内, 早期表现为右旋走滑性质, 走向NW向(沈远超等, 2004)。分布在断层带内的碎屑岩、灰岩、硅质岩、板岩等, 揉皱与片理化强烈, 流劈理发育, 局部刚

性的硅质体被拉伸剪切呈构造眼球体, 构造透镜体(图2-1), 透镜体伸长方向为 145° , 代表着控矿构造走向方向, 变形更为强烈处发育肠状微褶皱(吴富等, 2003)。板岩中大量硅质析出形成早期的石英脉体。显微镜下S-C组构及压力影普遍存在。

与之有关的矿化表现为早期析出的石英脉体, 千枚岩、板岩、砂岩中的白云母-绢云母化, 片理密集带的星散浸染状黄铁矿化, 含金性较差。

3.3.2 中早期张性变形与石英闪长岩脉充填

张性变形与石英闪长岩脉的侵入, 应为早期韧性与中晚期韧-脆性剪切阶段的间隙期。华力西中期东格勒黑云石英闪长岩体侵入的早期阶段, 底劈作用致使早期韧性变形过程中形成的片理张裂, 形成低势能地段, 含硫化物的石英闪长岩脉、石英脉沿张性的裂隙、劈理面贯入。石英闪长岩脉单脉多呈不规则脉状、分枝脉状、透镜状。其化学成分、CIPW数值特征、稀土元素含量变化及配分型式与东格勒岩体黑云英闪岩体具有明显相似性, 说明石英闪长岩脉与黑云英闪岩具有亲缘关系, 并萃取了黑云英闪岩中的多种金属元素, 主要矿化类型有钠长石化(曾庆栋等, 2004), 黄铁矿化, 为重要的矿化期, 含金性好。

3.3.3 中晚期韧-脆性片理化变形

由于华力西中期东格勒黑云石英闪长岩体的大规模侵入, 使矿区形成由东向西的挤压构造应力场, 早期的NW向韧性剪切断裂 f_1 、 f_2 再次活化, 局部发生弯曲, 右旋剪切变形, 形成近南北向的反“S”形构造(图1)。中晚期韧-脆性片理化叠加于早期片理化的千枚岩、硅质板岩、灰岩与中早期的石英闪长岩脉之中, 致使早期片理化的千枚岩, 硅质板岩二次片理化, 形成包含早期面理 S_0 的无根褶皱, 片理化强烈处面理置换明显, 形成后期 S_1 平行于剪切方向的面理。中早期因张裂充填的石英闪长岩脉亦发生强烈的片理化与揉皱, 局部刚性体剪切呈眼球状, 透镜状(图2-2)。该期矿化强烈, 主要表现为胶状-细粒浸染状黄铁矿化, 含金性好, 形成了主要的工业矿体。

3.3.4 晚期张裂硅化及含铁方解石化

晚期的硅化石英脉产于矿体之中, 切过片理化石英闪长岩脉(图2-3), 含有金属硫化物种类较多, 金矿化强烈, 偶见自然金。含铁方解石脉产于矿体上盘, 形成于最晚阶段, 矿化蚀变单一, 但可作为

找矿标志。

经过对多拉纳萨依金矿床54个矿石内流体包裹体分析(吴富等2003),可以得出:包裹体盐度(NaCl)含量为0.4%~8.3%,平均4.87%,阳离子主要是 Na^+ ,其次是 K^+ ;阴离子主要成分是 Cl^- 和 SO_4^{2-} ,其次为 F^- 和 NO_3^- 。经过对流体包裹体测温和

温度校正,揭示成矿温度主要集中在 $140\sim 195\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $230\sim 260\text{ }^\circ\text{C}$ 范围,成矿温度主峰为 $166\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $243\text{ }^\circ\text{C}$,良好的对应着构造演化过程中的(2)和(3)阶段,显示了构造阶段划分的可靠性。同时,也反映了多拉纳萨依金矿床成矿的多期性。



图2 控矿构造期次及其标志

Fig. 2 Ore-controlling tectonic periods and sign

1. 早期片理化的硅质岩; 2. 中晚期片理化的硅质岩及石英闪长岩; 3. 晚期石英脉

4 结 论

对新疆多拉纳萨依金矿的研究,给人以如下重要的启示:

(1) 在矿区NNE、NNW断裂内,均不同程度的发育有上述的矿化蚀变,其中NNE断裂的矿化蚀变期次最多,相互叠加,成矿物质丰富,是其形成工业矿体的主要原因。

(2) 泥盆系托克萨雷组碳酸盐岩、硅质岩、变质砂岩金元素背景值明显高于其它岩系,且在该区广泛分布,成为找矿重要标志。

(3) 多拉纳萨依金矿床分布于闪长岩边部韧性剪切带发生弯曲的地带,表明除构造对其控制外,侵入岩体与矿床的形成亦有密切的关系。

参考文献:

- 《中国矿床发现史·新疆卷》编委会. 中国矿床发现史·新疆卷[M]. 北京:地质出版社,1996.
- 芮行键,朱韶华,刘抗娟. 新疆阿尔泰山原生金矿基本特征及区域成矿模式[J]. 地质论评1993, 39(2): 138-148.
- 李志纯,赵志忠. 阿尔泰山造山带和阿尔泰山构造成矿成矿域的形成[J]. 地质科学 2002, 37(4): 483-490.
- 王金良. 新疆阿尔泰山金矿分布地质特征[J]. 新疆工学院学

报, 2000, 21(3): 174-177.

- 李志纯. 阿尔泰山南缘两类构造成矿类型金矿床及其成矿模式[J]. 大地构造与成矿学, 1999, 23(1): 16-40.
- 沈远超,申萍,曾庆栋,刘铁兵,李光明. 新疆阿尔泰山矿带主要金矿类型,成矿规律及成矿预测[J]. 地质与勘查 2004, 40(5): 1-6.
- 吴富,蔡永彪. 新疆多拉纳萨依金矿床地质特征和成矿机理探讨[J]. 新疆有色金属, 2003, 增刊, 28-30.
- 曾庆栋,沈远超,刘铁兵,李光明,申萍. 新疆多拉纳萨依金矿成矿远景[J]. 黄金科学技术, 2004, 12(5): 1-5.

References:

- 《China deposit discovery history. Xinjiang volume》compilers. China deposit discovery history. Xinjiang volume [M]. Beijing: Geology press, 1996.
- Rui Xingjian, Zhushaohua, et al. Origenic gold deposit character and metallogenic modle in Altai, Xinjiang [J]. Geological Review, 1993, 39(2): 138-148.
- Li Zhichun, Zhao Zhizhong. Creation of the Altai orogenic belt and the Altai Mts teconic metallogenic province [J]. geology science, 2002, 37(4): 483: 490.
- Wang Jinliang. The geological features of gold mine distribution in Alte, Xinjiang [J]. Journal of Xinjiang institute of technology, 2000, 21(3): 174-177.
- Li Zhichun. Two kinds of gold deposit and metallogenic

modle on the south of margin of Altai[J]. Geotectonica et metallogenia, 1999, 23 (1): 16-40.

Shen Yuanchao, Shen Ping et al. Genetic type mineralization regulation and metallogenic prognosis of gold deposits in Altai gold ore belt, Xinjiang [J]. Geology and prospecting, 2004, 40 (5): 1-6.

Wu Fu, Cai Yongbiao. Geological characteristic and

metallogenic of Duolanasayi gold deposit, Xinjiang [J]. Xinjiang non-ferrous metals, 2003, (Supplement), 28-30.

Zen Qingdong, Shen Yuanchao. et al. Metallogenic perspective of Duolanasayi gold deposit, Xinjiang [J]. Gold science and technology, 2004, 12 (5): 1-5.

Interrelationship of Shear Structure and Mineralizaion of Duolanasayi Gold Deposit in Xinjiang

WANG Wei-tao¹, ZHANG Fu-xin², ZHANG Jian¹

(1. *Institute of Geology, Jilin University, Changchun 130061, China;*

2. *Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China*)

Abstract: Recent study has related the mineralizaion of Duolanasayi gold deposit (discovered in middle 1980 s) to shear structures. However, how the shear structures control the gold mineralizaion is not clear. Based on the geological background, ore-deposit and structural geology, the paper analyzed the geological characteristics and metallogenic mechanism of the gold deposit and suggests that the deposit occurring in the limestone and metamorphic siliceous rocks in the third lithologic unit of Devonian Tuokesalei formation is controlled by the Duolanasayi shear zone characteristic of secondary shear deformation, mineralizaion and multiphased vein mineralization. These obviously show multiphase and complexity of the structural activities.

Key words: ductile-brittle shear; mineralizing alteration; Duolanasayi gold deposit