

Geological Characteristics and Prospecting Direction of the Donghugou Gold Deposit in Gansu Province

Jinbo Han¹, Jinye Yang¹, Xuyao Du¹, Zhen Wang¹, Shaorui Zhao²

¹Lingbao Gold Company Limited, Sanmenxia Henan

²China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan Hubei

Email: hjb003@126.com

Received: Jul. 6th, 2016; accepted: Jul. 20th, 2016; published: Jul. 27th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Donghugou gold deposit is located at the southern margin of Beishan polymetallic metallogenic belt, Gansu province. Controlled by folds and faults, orebodies occur as veins and lenticles. The deposit consists of disseminated ores and subordinate auriferous quartz veins. Platy and granulous native gold occurs mainly as inclusions in quartz, or as veinlets filling microfractures of quartz and sulfides, or attaches to sulfides. Variscan magmatism has multiple episodes and plagiogranite is the favorable ore-bearing geological unit. The joints of shear zone, jogs and bends, bifurcations and splays are favorable parts for ores.

Keywords

Variscan, Mylonite, Geological Characteristics, Prospecting Target

甘肃省东虎沟金矿地质特征及找矿方向

韩金波¹, 杨金业¹, 杜旭耀¹, 王震¹, 赵少瑞²

¹灵宝黄金股份有限公司, 河南 三门峡

²中国地质大学(武汉), 湖北 武汉

Email: hjb003@126.com

收稿日期：2016年7月6日；录用日期：2016年7月20日；发布日期：2016年7月27日

摘要

东虎沟金矿位于甘肃省北山多金属成矿带的南侧，矿脉受褶皱、断裂构造控制呈脉状、透镜状产出。矿石以糜棱岩型、糜棱岩夹石英细脉型为主，金主要呈片状、粒状赋存在石英中、石英-硫化物的裂隙或硫化物颗粒的边缘。华力西期岩浆岩侵入具多期性，而斜长花岗岩亦为有利的含矿岩性。剪切带相互交接、复合的蚀变破碎带中膨大变宽、局部断面弧形弯曲及分枝复合部位是找矿的有利地段。

关键词

华力西，糜棱岩，地质特征，找矿方向

1. 引言

东虎沟金矿区位于甘肃省酒泉市瓜州县(图 1)，北山山脉的南侧。北山金矿成矿带南带已发现金矿床(点) 122 处，其中 8 处已成为工业矿床。矿区位于新金厂 - 小西弓金矿的中间，通过近几年的勘探工作，找到一处大型构造蚀变岩型金矿，发现成矿主要是糜棱岩化蚀变岩，其成果具有显著的区域代表性[1]，分析研究糜棱岩赋存规律、成矿规律及其找矿方向，对该区勘查找矿具有重要指导意义。

2. 区域地质背景

东虎沟金矿处于卡拉麦里褶皱带天山褶皱带及阿尔金山褶皱带三个大地构造单元的交合部位。南部与祁连山加里东地槽相接，西部与天山地槽相连，东部与阿拉善台隆为邻。南部的塔里木地台边缘活动带及北部的北山南带裂陷带，区内褶皱、断裂构造十分发育，具有多期次迭加复合现象，断裂构造以华力西期为主，如图 2 所示。矿区位于塔里木板块、敦煌地块北缘，以孤山 - 红岩区区域性断裂为界，区域白墩子 - 黄尖丘 - 俞井子拱断带的次一级断裂，由于各期次的应力剪切作用形成了“白墩子 - 石板墩韧性剪切带”。矿床处于旧井加里东折皱带的四十里井复式向斜南翼。甘肃北山地区主要的成矿带有新金厂 - 金庙井金、铁成矿带[2]及小西弓 - 帐房山 Au、Fe、W、Pb、Zn、Cu 金属矿床预测区[3]，东虎沟金矿分布在在该陆内裂谷带内，已发现的具有一定规模的金属矿种有金、铁、铜、铅、锌、钨等。矿区内含金矿脉及金异常均产于岩浆岩与地层接触带附近。本区岩浆岩侵入具多期性，金矿化与晚元古代斜长花岗岩体(γO_2^3)关系密切。

3. 矿床地质

3.1. 地层

除第四系覆盖外，矿区地层主要为前长城系的敦煌岩群，上石炭统干泉群、下二迭统的双堡塘组、金塔组。现分述如下：

- (1) 前长城系敦煌群(An_{chd}^b)：主要岩性为斜长变粒岩、云英片岩、大理岩等，零星分布于矿区东南角。
- (2) 上石炭统干泉群(C_{3gn})：岩性为碎裂英安岩，碎裂蚀变石英安山岩，劈理化变质长石砂岩，主要分布于矿区北部及西北部。
- (3) 下二迭统双堡塘组(P_{1s})：岩性为黑色粉砂质千枚岩，局部有英安岩夹层。主要分布于矿区北部及西北部。

3.2. 控矿构造

该区断裂构造发育，主要是区域白墩子 - 黄尖丘 - 俞井子拱断带的次一级断裂，由于各期次的应力剪切作用形成了本区：白墩子 - 石板墩韧性剪切带。整个矿区构造受该韧性剪切带控制，该韧性剪切带东西长 80 km，最宽 6 km，发育于下石炭统火山岩与前长城系结晶片岩间，如图 3 所示。糜棱岩 - 透入性片理发育，在糜棱岩带的片理中发育有压熔性石英脉和“A”型小褶曲。剪切带内主要的断裂有孤山 - 红岩工区断裂带及其次级断裂，走向北北东，长约 40 km，为一逆断层，倾向 130°~170°，倾角 50°~70°。破碎蚀变带宽 100~200 m，呈片理化、糜棱岩化形式出现。沿断裂出露多期次的火山岩。该断裂多发育次一级的近东西向控矿断裂，控制着多条矿脉产出。

3.3. 岩浆岩

区内岩浆岩具多期侵入特点，主要有晚元古代辉长岩(v_2^3)，闪长岩(δ_2^3)。华力西期斜长花岗岩(γO_4^1)，华力西晚期辉长岩(v_4^3)，二长花岗岩($\eta \gamma_4^3$)，印支期二长花岗岩($\eta \gamma_5^1$)。其展布明显受近东西向构造控制，岩体长轴方向与构造线方向基本一致。现分述如下：

- (1) 晚元古代辉长岩：主要是零星分布于矿区东部和中部，呈岩株产出，中细粒结构，块状构造，主要矿物有辉石、斜长石及少量角闪石等。
- (2) 晚元古代斜长花岗岩(γO_2^3)：主要分布于矿区西南部和中部，呈岩床产出，中细粒结构，块状构造。主要矿物为斜长石、石英、黑云母等。
- (3) 晚元古代二长花岗岩(γO_4^1)：主要分布于矿区南部，呈岩床产出，中粗粒结构，主要矿物为斜长石、钾长石、石英、黑云母等。
- (4) 华力西早期斜长花岗岩(γO_4^1)：主要分布于矿区的东北角。
- (5) 华力西晚期的二长花岗岩(γ_4^3)：主要分布于矿区的北中部。

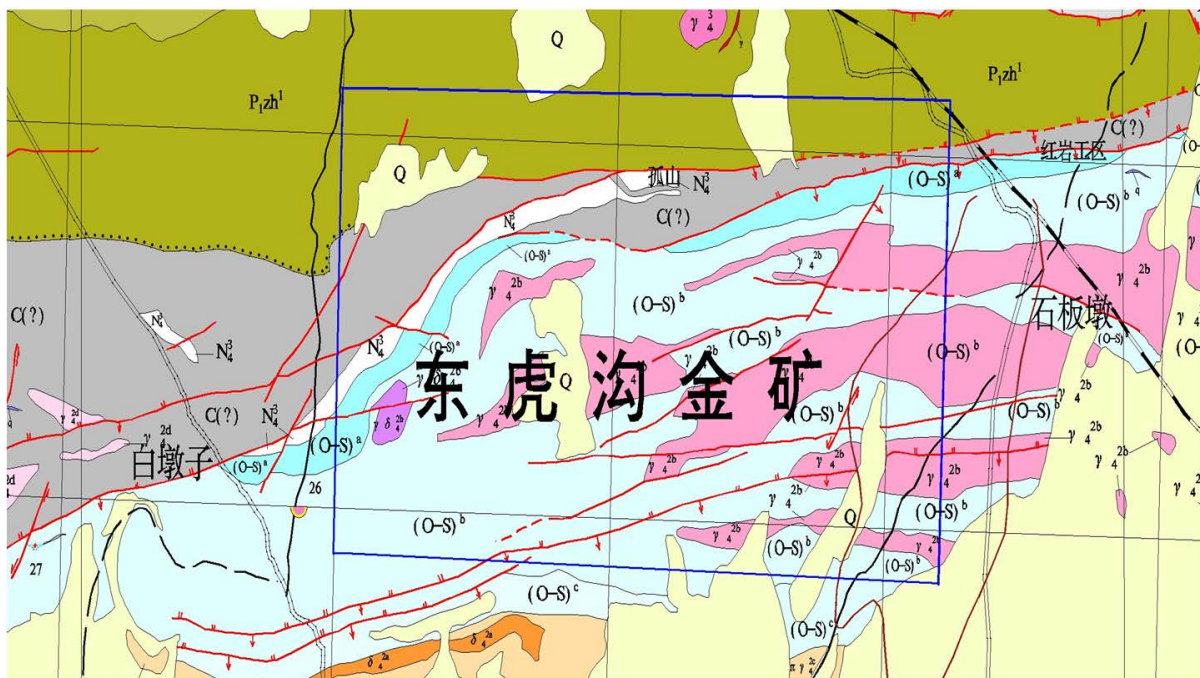


Figure 3. Geological sketch map of the gold mine area of the Donghugou

图 3. 东虎沟金矿区地质示意图

(6) 华力西晚期的二长花岗岩($\eta\gamma_4^3$): 零星分布于矿区东南角。

(7) 印支期的二长花岗岩($\eta\gamma_5^1$): 零星分布于矿区中部。

矿区内含金矿脉及金异常均产于岩浆岩与地层接触带附近, 本区岩浆岩侵入具多期性, 金矿化与晚元古代斜长花岗岩体(γO_2^3)关系密切。

3.4. 变质作用

矿区内地层和岩浆岩主要受到加里东期和华力西期的动力变质作用, 形成韧性剪切带。当加里东期和华力西期岩浆活动岩石呈塑性状态时, 受到构造应力作用, 岩石通过晶格滑动、错位等作用而出现波状消光、多边形化、片状云母化、劈理化、片理化、线理化等现象。这类岩石具有明显的定向构造、带状构造、眼球构造。

变质作用的岩石主要为糜棱岩, 主要沿白墩子-石板墩韧性剪切带呈条带状分布。带内的岩石次生节理、劈理、擦痕、断层角砾、断层泥较发育。岩石破碎强烈。常常出现多种蚀变, 形成新生矿物绢云母、绿泥石、高岭土及一些次生矿物绿泥石、绿帘石、叶蜡石、方解石等。金矿化与硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化关系密切。

3.5. 金的地球化学特征

通过 1/50,000 岩石地球化学测量, 选择 Cu、Pb、Zn、W、Sn、Mo、Mn、As、Ag、Au 十种元素进行了分析, 共圈出异常 20 个, 其中 15 个金异常。虽然金元素浓度克拉克值在各地质单元中均小于 1, 但在大多数地质单元中显示了极强的分异性, 在晚古生代片麻岩中的分异系数高达 16.01, 与 Au 密切相关的 As 元素也显示了明显的同步分异性。产于晚元古代片麻岩中的几个典型的金异常正处于白墩子-石板墩韧性剪切带中, 具有有利的成矿构造环境, 且地表均有明显的含金石英脉或金矿点对应, 可以肯定, Au 是区内最有希望的成矿元素。

4. 矿体地质

4.1 矿体特征

矿区处于白墩子-石板墩韧性剪切带中, 位于北山成矿带南带, 属于天山-兴安地槽成矿域西段。此区金矿的形成分布主要与韧性剪切带构造的长期多次活动有关。早期元古代断裂构造活动主要形成一些规模较大的辉绿辉长岩, 同时在构造带的中部形成乳白色的石英脉, 这类石英脉往往不含金。华力西中晚期断裂构造活动在构造带的有利部位形成青灰色、油脂光泽、脆性石英脉, 这类石英脉一般含金性较好[4]。

矿区矿脉赋存于晚元古代斜长花岗岩、华力西期二长花岗岩中。矿体严格受构造糜棱岩带控制, 在构造糜棱岩带的底板、顶板及构造中间位置均有金矿体的存在。构造岩以糜棱岩为主, 夹有石英细脉(局部石英脉厚大)。矿体以蚀变岩型为主, 石英脉型次之。围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化、偶见方铅矿化。

通过几年的地质勘查, 矿区在近 EW 向韧性剪切带中发现了含金性好、较为厚大的糜棱岩带, 矿脉 12 条, 矿体 20 个, 矿体产状和韧性剪切带基本一致, 产状 $165^\circ\sim 185^\circ \angle 40^\circ\sim 71^\circ$; 地表圈定矿体长度在 30~400 m 不等, 厚度 0.8~7.63 m, 最大厚度达 15 m; 延深 50~160 m, 最深 420 m; 含金性贫富差别大, 分布极不均匀, 金品位 $1\sim 5.6 \times 10^{-6}$, 最高为 82.58×10^{-6} , 如图 4 所示。其次是 NE 向的压扭性剪切带中的含金矿体, 金品位比近 EW 向稍差。矿体产状和韧性剪切带基本一致, 产状 $80^\circ\sim 90^\circ \angle 65^\circ\sim 90^\circ$ 地表圈定矿脉 6 条, 矿体 8 个, 矿体长度在 30~200 m 不等, 厚度 0.8~5.63 m, 最大厚度为 8.51 m; 延深 50~80 m, 最深 110 m; 金品位 $1\sim 4.86 \times 10^{-6}$, 最高 15.65×10^{-6} 。

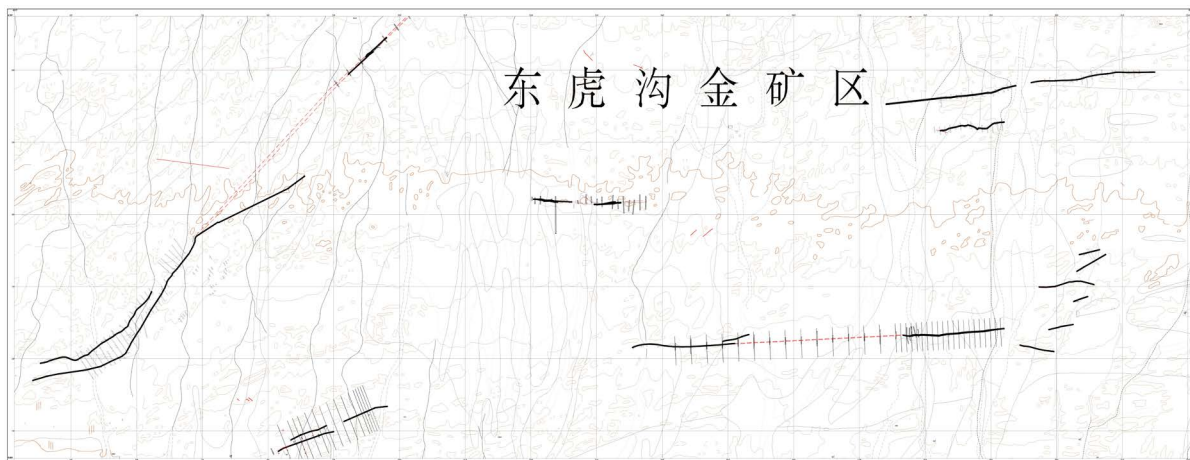


Figure 4. Donghugou gold mine vein distribution diagram

图 4. 东虎沟金矿区矿脉分布示意图

4.2. 矿石特征

矿石自然类型主要有含金糜棱岩型、糜棱岩夹石英细脉型、石英脉型。

含金糜棱岩型：含金载体主要为硅化糜棱岩，金属硫化物呈稀疏浸染状。局部含金较高。

糜棱岩夹石英细脉型：石英细脉呈透镜状、香肠状、眼球状、网状分布在糜棱岩中。

含金石英脉型：石英为青灰色，油脂光泽，脆性好。偶见自然金。黄铁矿呈星点状分布，或呈浸染状、细脉状沿石英裂隙分布。

矿石结构有交代结构、粒状结构、偶见充填结构、包含结构。

矿石构造以块状、浸染状、条带状为主。其次为角砾状构造。

矿石中金属矿物有自然金、黄铁矿、褐铁矿、赤铁矿、黄铜矿、方铅矿等。黄铁矿化、黄铜矿化、云母化、碳酸盐化与金矿化关系密切。

金主要以三种形式赋存。第一种呈片状赋存在石英中；第二种以粒状赋存在石英或金属硫化物的裂隙中；第三种赋存在金属硫化物的边缘。自然金最小粒径 0.001 mm，最大可见 0.1 mm。

4.3. 矿体围岩及其蚀变

矿体产于构造糜棱岩中，当矿体产于糜棱岩的上下盘时，矿体界限清晰。当产于糜棱岩带中间位置时，矿体界限不清晰，只能以样品圈定矿体边界。构造糜棱岩带与下盘围岩(花岗闪长岩)。糜棱岩型金矿石赋存于构造糜棱岩带中，底板、顶板或及糜棱岩中均成矿。矿体在糜棱岩带中最多三层，夹石厚度 2.60~9.60 m，夹石为构造糜棱岩。在石英岩和糜棱岩的接触部位、以及糜棱岩的蚀变处黄铁矿呈细小黄色微粒或细脉状、不规则的片状、黄色四方体状集合体形式分布，其中在石英岩和糜棱岩的接触部位、糜棱岩的蚀变处呈细小黄色微粒或细脉状分布黄铁矿与成矿关系密切。不规则的片状、黄色四方体状集合体，粒径约为的 0.5~2 mm 黄铁矿则与金矿化无关。

其次矿区的围岩蚀变还有绢云母化、褐铁矿化、硅化等，是由于区域和动力变质及次生作用所致，与成矿关系密切。

4.4. 矿化类型

来自于上地幔和深部地壳的金及其它成矿元素，随基性火山喷发和海相沉积作用分布于晚元古代岩群中，形成金的矿源层；后经与区域变质、岩浆活动等多期构造热事件，金等成矿物质发生活化、迁移、

再分配，并局部富集；华力西中晚期重熔花岗岩浆活动形成热液，在运移过程中萃取围岩中的成矿元素和矿化剂，形成含矿物质流体，最终在有利的储矿构造空间沉淀积聚形成金矿床。由此可知，该区的金矿床成因类型应属变质-热液蚀变岩型金矿床。

5. 控矿因素及找矿方向

5.1. 控矿因素

矿区主要出露大面积的岩浆岩，南侧有前长城系地层出露，北侧出露石炭系、二迭系地层。大部分的石英脉及矿体都产于韧性剪切带中的糜棱岩中，它的近矿围岩主要以晚元古代的斜长花岗岩为主，但华力西期岩浆岩与韧性剪切带南部、北部地层的接触带上，也是蚀变岩型金矿床形成的有利部位。热液活动受断裂构造控制，伴随不同阶段的断裂活动，带有成矿物质的热液对周围岩石产生强度不等的交代作用，并在有利部位富集成矿。随着成矿热液性质的发展和演化，在不同阶段形成不同的围岩蚀变产物。

近东西向韧性剪切带和北东东向压扭性剪切带是东虎沟金矿的主要控矿构造。剪切带无论在平面和剖面上均呈舒缓波状延伸，且具有多期次活动的特点。金矿体赋存于断裂的相互交接、复合的蚀变破碎带中彭大变宽、局部断面弧形弯曲及分枝复合部位。

5.2. 找矿方向

综上所述，在区域范围内寻找东虎沟金矿式金矿。

1) 晚元古代斜长花岗岩体是东虎沟金矿重要的含矿层位，岩浆岩多期侵入，含金矿脉及金异常均产于岩浆岩与地层接触带附近，金矿体严格受剪切带的控制。

2) 剪切带相互交接、复合的蚀变破碎带中彭大变宽、局部断面弧形弯曲及分枝复合部位，是找矿的有利地段和以后的工作方向。

3) 在剪切带的弧形弯曲、分枝复合处具有硅化、细粒团块状黄铁矿化及褐铁矿化地段，进行找矿；根据矿体产状及控矿构造推测其深部有含金的工业矿体。

6. 结论

查阅并借鉴以下历史资料：

1956年以来，许多单位对与含金石英脉关系密切的糜棱岩开始研究。

1988年，中国的胡雄健等已提出，冶岭头矿区发育进EW向的变余糜棱岩带与金矿有密切的空间关系。

2011年2月，张燕等编写的“剪切带型金矿研究进展——以云南哀牢山金矿带为例”提出对剪切带型金矿进行研究[5]。

结合前辈的成果，对东虎沟金矿的成矿有一定的指导意义。本区受该韧性剪切带控制，EW向韧性剪切带和NEE向压扭性剪切带经过多期变质作用，使得岩石发生构造蚀变，形成糜棱岩，与韧性剪切带型金矿的基本特征符合。在今后的研究中针对东虎沟的剪切带成矿的薄弱环节，采用先进的科学技术手段，对比其他相同的矿区成矿特点，建立成矿机制，形成本矿区的成矿模式，指导相同类型矿山探、找矿。

参考文献 (References)

- [1] 新疆哈密雅满苏-小西弓地区以金为主的矿产资源综合评价. 中国人民武装警察部队黄金第十五支队, 2001.
- [2] 张新虎, 刘建宏, 赵彦庆. 甘肃省成矿区(带)研究[J]. 甘肃地质, 2008(2): 1-8.
- [3] 殷勇, 殷先明. 甘肃省北山重要金属矿床类型及找矿预测[J]. 甘肃地质, 2008(2): 9-18.
- [4] 甘肃省瓜州县东虎沟金矿区金矿资源储量核查报告. 国土资储备字[2012]55号.
- [5] 张燕, 汤倩. 剪切带型金矿研究进展——以云南哀牢山金矿带为例[J]. 黄金科学技术, 2011, 19(1): 11-15.