

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2019.03.011

甘肃西秦岭地区当庆沟脑金钨矿床 地球化学异常特征及找矿前景

董运如^{1,2}, 董化祥^{2*}, 谢祥², 陈勇², 成旭伟³

(1. 河南省有色金属矿产探测工程技术研究中心, 河南 郑州 450016; 2. 河南省有色金属地质矿产局第六地质大队, 河南 郑州 450016; 3. 甘肃瑞德盛矿业开发有限公司, 甘肃 兰州 730000)

摘 要: 西秦岭造山带是中国重要的金成矿带, 已发现几十处大型、特大型金矿床。当庆沟脑位于秦岭东西向复杂构造带南带印支褶皱带西段, 积石山复背斜之当庆沟脑次级背斜核部, 是近年发现的一个具有良好成矿前景的新区。当庆沟脑与玛曲县大水大型金矿床位于同一层位和同一构造带中, 但该区地质工作程度低。通过对当庆沟脑 1:5 万水系沉积物测量, 圈定 4 个组合异常, 其中 HS-1 异常为 Au、Bi、Cu、As、W 组合异常, 异常面积约 11.5 km², 5 种元素异常套合较好。通过 1:10 000 土壤测量和探槽工程揭露对 HS-1 组合异常开展异常查证, 发现一条长约 1.5~2 km、宽约 0.6~0.7 km 的金、钨矿化带, 带内圈定 3 条金矿(化)体, 2 条钨矿(化)体, 显示了良好的金钨找矿前景。

关键词: 金矿; 钨矿; 当庆沟脑; 玛曲县; 甘肃南部; 西秦岭造山带

中图分类号: P595

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2019)03-0136-07

Geochemical Anomalies and Prospecting Prospect Analysis of the Dangqinggounao Gold-Tungsten Deposit in Gansu

DONG Yunru^{1,2}, DONG Huaxiang², XIE Xiang², CHEN Yong², CHENG Xuwei³

(1. Henan Nonferrous Metal Mineral Exploration Engineering Technology Research Center, Zhengzhou 450016, Henan, China; 2. No. 6 Team of Henan Geological and Mineral Resources Bureau for Non-ferrous Metals, Zhengzhou 450016, Henan, China; 3. Ruidesheng Mining Development Co., LTD., Lanzhou 730000, Gansu, China)

Abstract: West Qinling orogenic belt is an important metallogenic belt in China, where discovered dozens of large and super-large gold deposits. The Dangqinggounao deposit is located in the southern subzone of EW-orientated complex structure zone in West Qinling and the core of Dangqinggounao secondary anticline in Jishishan anticlinorium, which is a new discovered district with good metallogenic prospects in recent years. The Dangqinggounao deposit has the silimar horizon to the Dashui gold deposit in Maqu Country, but it has low degree of geological work. After carrying out the 1:50000 stream sediment survey in Dangqinggounao area, 4 abnormal

收稿日期:2018-11-05;修回日期:2018-12-03

基金项目:甘肃省瑞德盛矿业开发有限责任公司自筹资金项目“甘肃省玛曲县当庆沟脑金矿普查”(T62120081202021485)

作者简介:董运如(1970-),男,本科,高级工程师,主要从事矿产勘查工作。E-mail:dongyunru@126.com

* 通讯作者:董化祥(1987-),男,本科,工程师,主要从事矿产勘查、区域地质调查工作。E-mail:donghuaxiang@foxmail.com

combination have been delineated. The HS-1 abnormal is the combination of Au, Bi, Cu, As and W, with anomaly area of 11.5 km² and exceptionally well element fitness. And the HS-1 abnormal has been verified by the 1:10000 soil geochemical survey and exploratory trench engineering. And then, one gold-tungsten mineralization belt of 1.5—2 km long and 0.6—0.7 km wide has been found, where 3 gold orebodies and 2 tungsten bodies have been delineated, with good gold-tungsten prospecting prospects.

Keywords: gold deposit; tungsten deposit; Dangqinggounao; Maqu County, South Gansu; West Qinling orogen

西秦岭造山带地质构造复杂,各类金属矿产丰富,分布广泛,是中国重要的金成矿区带,目前已经发现几十处大型、特大型金矿床(袁士松,2014)。近年来,在西秦岭西段玛曲县金矿找矿实现了重大突破,发现了大水(张涛,2017;闫海卿,2014;杨斌,2015)、格尔托和贡北等多个金矿床,形成了格尔珂金矿田(袁万明,2010)。其中,大水金矿床已累计探明储量 120 t(张新虎,2015),达到超大型规模。向东延伸至川西北地区,形成马脑壳(宁墨奂,2009;王可勇,2001)、东北寨(毛华海,1997;张德海,2000)等大中型金矿床;向西延伸进入青海省境内,发现有德尔尼大型铜多金属矿床(温德清,2010)。区内二叠系、三叠系碳酸盐岩与金矿关系密切,以上地层对金矿起赋存定位作用。断裂构造对成矿起主导地位,区内岩浆活动强烈,蚀变对金矿化起控制作用。土壤测量所圈定的金异常与矿体对应程度高,土壤次生晕是该区找金的直接标志。与成矿关系密切的印支期碰撞型花岗岩普遍发育,成矿条件十分优越(史文全,2018)。

当庆沟脑 W-Au 矿床位于西秦岭复合造山带西段,东距格尔珂金矿田约 100 km,西距德尔尼 Cu-Au 矿床 110 km,处于两者之间的中间部位。地质工作程度偏低,尚未开展有效的矿产勘查工作。甘肃瑞德盛矿业开发有限公司进驻该区开展地球化学勘查工作,完成 1:5 万水系沉积物测量 49 km²。通过 1:1 万土壤测量异常查证,发现不同尺度的地球化学异常重现性高,分级显著,浓集中心明显。经地表探槽工程揭露,发现金钨矿(化)体 5 条,证明为矿致异常,其很可能为一新的热液填充石英脉型钨-金矿床,有望成为甘南地区又一个金钨矿找矿靶区。

1 矿床地质特征

当庆沟脑 W-Au 矿床大地构造位置处于西秦

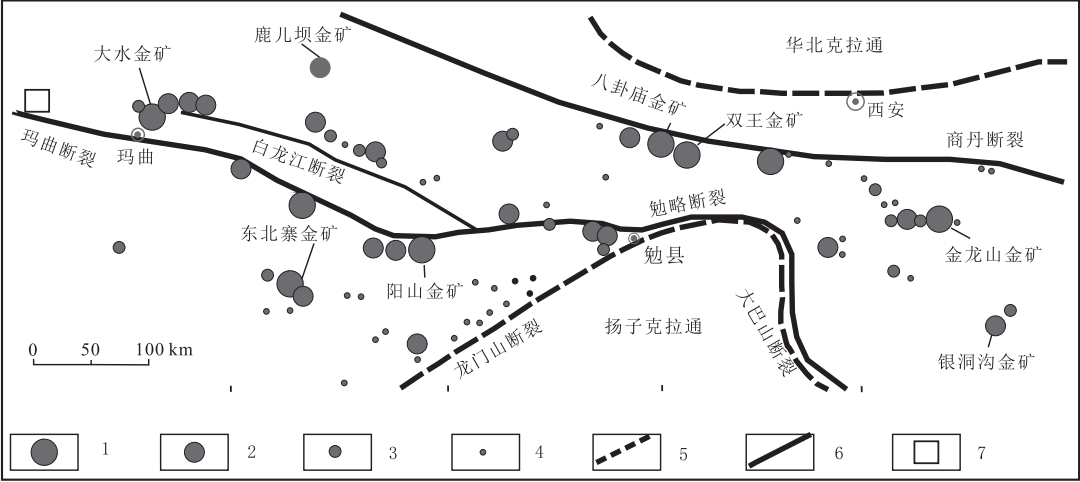
岭复合造山带西段,积石山复背斜之当庆沟脑次级背斜核部部位。在德尔尼-大水/格尔珂金多金属成矿带,发现有数十处大中型型金矿床(图 1)。

区域出露地层主要有下二叠统浅海相碎屑岩及碳酸盐岩,中上三叠统和上侏罗统海陆交互相碳酸盐岩、碎屑岩,局部有白垩系下整合或断层接触。区域构造较发育,其构造形迹主要表现为一系列近东西走向的强烈紧闭褶皱和断裂构造,大致呈 280°~290°方向展布,与区域地层走向一致(图 2)。区域岩浆岩主要有印支期侵入岩。

出露地层均为下二叠统积石山组(P_{1j})浅海相碎屑岩及碳酸盐岩建造,岩性较为单一。该地层可细分为上、下 2 个岩段,下段:广泛分布,以灰绿色长石石英砂岩、砂板岩为主,间夹扁豆状灰岩、砾状灰岩,含磷灰石二云母片岩,局部有安山凝灰岩及凝灰质千枚岩产出,是区内最主要的地层,呈 NW—SE 走向,构成当庆沟脑背斜之核部;上段:分布于南侧,主要由浅灰色、灰白色厚层块状灰岩、砾状灰岩夹长石石英砂岩、砂质板岩组成,组成当庆沟脑背斜的两翼。

矿区褶皱构造比较发育,主要有当庆沟脑背斜和乞哈儿沟向斜,另外还发育次一级的褶皱,局部形成紧密的揉皱曲。次级褶皱以及与之相伴的断裂破碎带是本区与成矿作用最为密切的构造。当庆沟脑地区断裂构造主要有北侧的当日-欧拉断裂及中部的当庆可合断裂,前者断面倾向 200°,倾角 75°,为逆冲断裂,沿走向呈波状扭曲,断裂带两侧地层破碎,北盘上侏罗统中羽毛状裂隙发育,并有镜铁矿细脉和酸性脉岩的充填;当庆可合断裂呈北西向扭曲展布,并略具弧状弯曲,断面倾向大致为 15°,倾角为 70°,断裂面两侧地层破碎,属以压性为主兼扭性的压扭性断裂。

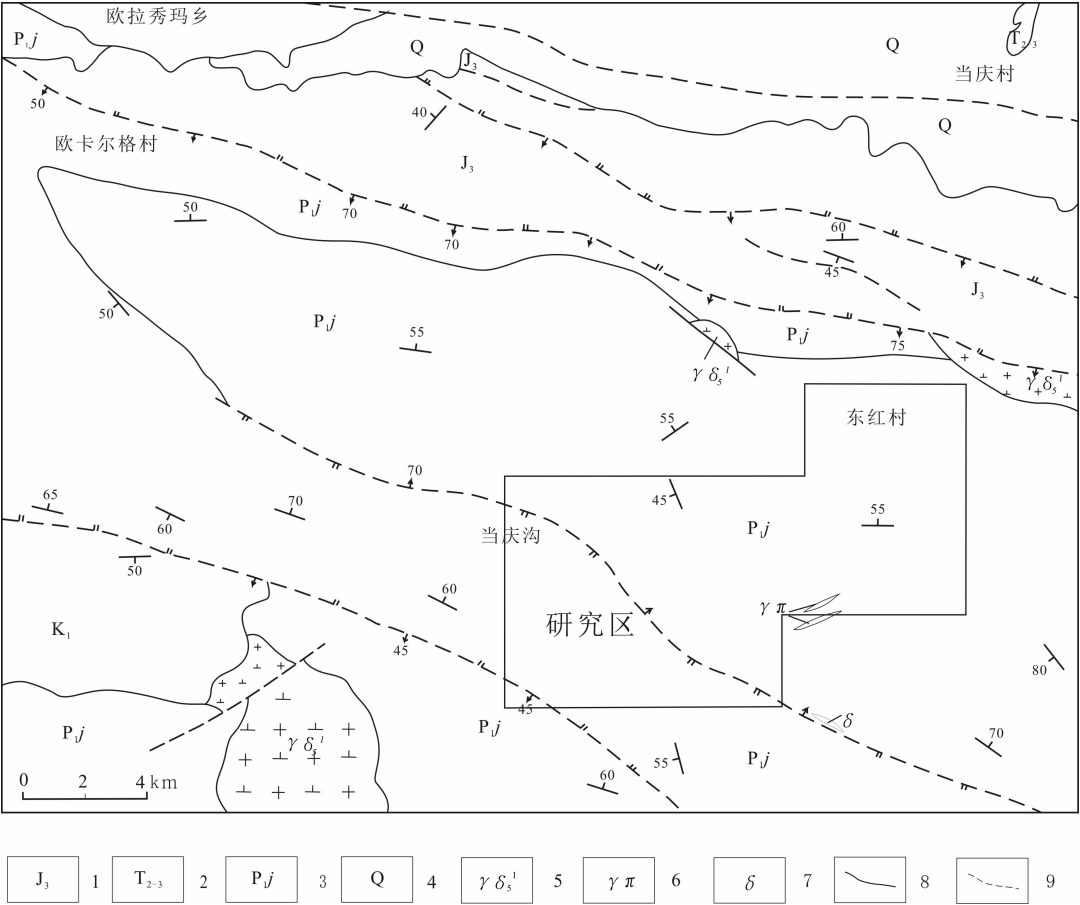
矿区岩浆活动主要集中在东北角及东部地带,



1. 储量>20t 的金矿床;2. 储量为 5~20t 的金矿床;3. 储量为 1~5t 的金矿床;4. 储量<1t 的金矿床;5. 克拉通与造山带边界断裂;6. 板块缝合带主断裂;7. 研究区

图 1 西秦岭造山带西段金矿床分布简图(陈衍景,2004)

Fig. 1 Tectonic map showing the occurrence of Au deposits in West Qinling orogen



1. 上侏罗统;2. 中上三叠统;3. 积石山组;4. 第四系;5. 花岗闪长岩;6 花岗斑岩;7. 闪长岩;
8. 地质界线;9. 断层

图 2 甘肃玛曲县当庆沟脑区域地质图

Fig. 2 Regional geological map of Dangqinggounao

主要有乞哈儿花岗闪长岩体($\gamma\delta_5^1$)、鄂额花岗闪长岩体($\gamma\delta_5^1$)及当庆沟闪长岩体(δ_5^1),均呈小岩株状侵入于二叠系中。岩体附近发育细晶岩脉(τ)、花岗斑岩脉($\gamma\pi$)、花岗闪长岩($\gamma\delta$)和闪长岩脉(δ)等。

2 样品采集与测试

水系沉积物测量参照相关地球化学普查规范执行。矿区属中国西部雨量较充沛、水流速度中等区。采样介质以活性水系沉积物中的淤泥和粉砂为主,采样粒级 60 目,采样点主要布置于一级水系的末端和分支水系口上,采样部位一般选择在河床底部或河道岸边与水面接触处,采集样品原始质量大于 650 g,筛后的样品质量不少于 300 g。样品采用发射光谱法为主体,极谱法和原子荧光法等为配套方法的测试方案,分析了 Au、W、Bi、As、Cu 等元素,并对本次样品的分析质量进行了检查,各元素的标准物质单次测定和重复分析合格率均为 100%。

3 1:5万水系沉积物测量地球化学异常特征

本次完成 1:5万水系沉积物测量 49 km²。圈定 Au、W、Bi、As、Cu 等单元素异常和综合异常多处,与 W-Au 矿化带吻合较好,显示了较好的地球化学找矿效果。

3.1 金异常特征

圈定金异常 4 个(图 3a)。其中,Au-1、Au-2、Au-4 异常找矿前景较好。

Au-1 异常位于北东侧,异常向北西方向未封闭,异常中外分带明显,异常面积约 1.41 km²,异常峰值为 26.8×10^{-9} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。

Au-2 异常位于北东侧,异常呈哑铃型分布,异常内中外分带明显,异常面积约 3.69 km²,异常峰值为 142.4×10^{-9} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。该异常经地表踏勘检查,在异常高值点附近发现含金矿石,Au 含量为 $2.42 \times 10^{-6} \sim 3.53 \times 10^{-6}$ 。

Au-4 异常位于北东侧,异常呈半圆形分布,向南东方向未封闭,异常中外分带明显,异常面积约 0.61 km²,异常峰值为 59.9×10^{-9} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。该异常经地表踏勘检

查,在异常高值点附近发现含金矿石露头,金含量为 $1.78 \times 10^{-6} \sim 2.38 \times 10^{-6}$ 。

3.2 钨异常特征

圈出钨异常 4 个。其中,W-1、W-4 异常找矿前景较好(图 3b)。

W-1 位于北东侧,呈圆形分布,内中外分带明显,异常面积约 7.25 km²,异常峰值为 84.93×10^{-6} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。经地表踏勘检查,在异常高值点附近每条沟内均发现矿化体或含白钨矿转石,钨含量为一般为 $0.06 \times 10^{-2} \sim 3.35 \times 10^{-2}$ 。

W-4 异常位于南侧,异常向南东方向未封闭,异常内中外分带明显,异常面积约为 1.13 km²,异常峰值为 152.82×10^{-6} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。经地表踏勘检查,在异常高值点附近发现含白钨矿矿石,W 含量为 $0.42 \times 10^{-2} \sim 1.16 \times 10^{-2}$ 。

3.3 铋异常特征

圈出铋异常 2 个(图 3c)。Bi-1 异常位于北东侧,呈条带状北西—南东向分布,异常向北西方向未封闭,异常中外分带明显,异常面积约 7.58 km²,异常峰值为 3.74×10^{-6} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。Bi-2 异常位于南侧,呈半圆形分布,异常向南东方向未封闭,异常内中外分带明显,异常面积约 2.12 km²,异常峰值为 12.73×10^{-6} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。

3.4 砷异常特征

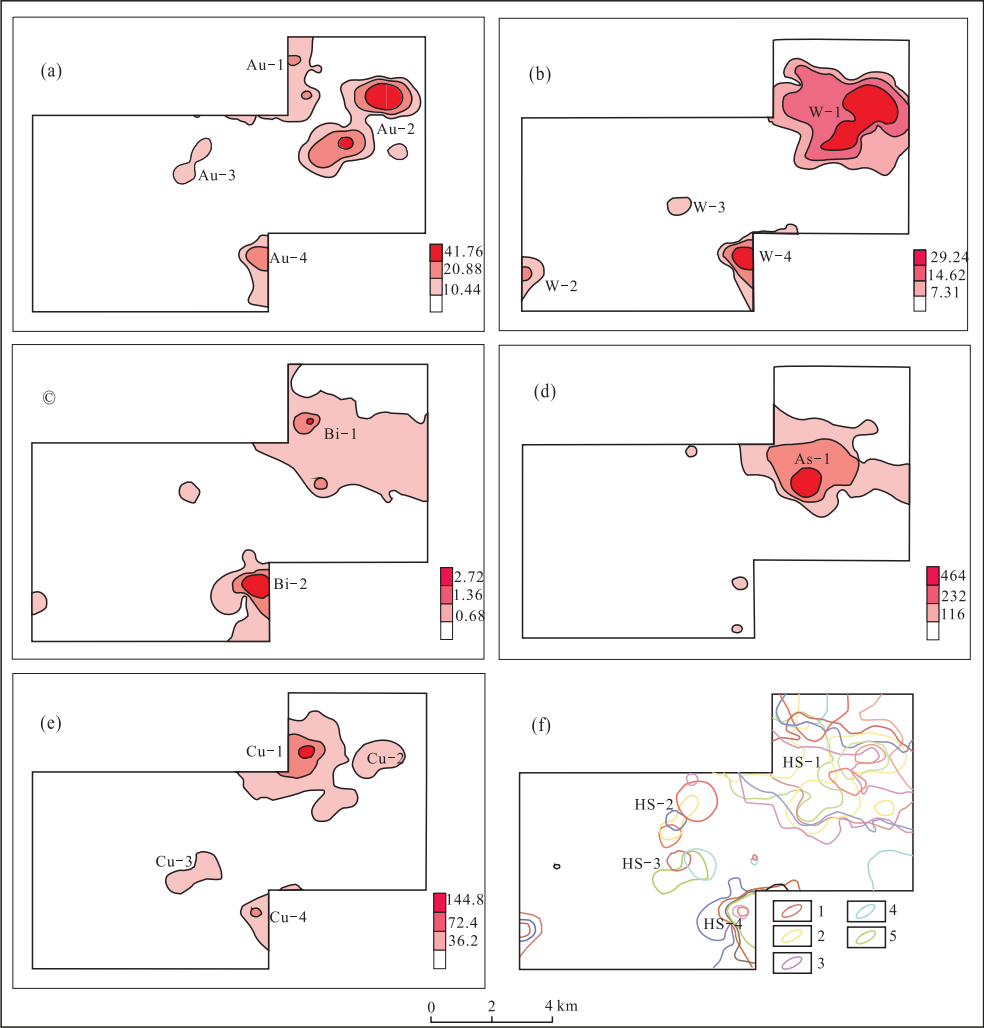
圈出砷异常 1 个异常,位于北东侧,呈椭圆形分布。异常内中外分带明显,异常面积约 6.45 km²,异常峰值为 479×10^{-6} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。与 Au-2 异常套合较好,有很好的找矿指示意义(图 3d)。

3.5 铜异常特征

圈出铜异常 4 个。其中,Cu-1、Cu-4 显示良好成矿前景(图 3e)。

Cu-1 异常位于北东侧,呈不规则状分布,异常向北西方向未封闭,异常内中外分带明显,异常面积约 3.83 km²,异常峰值为 214×10^{-6} 。主要岩性为硅化石英砂岩、灰岩、板岩等。在异常高值点附近已采的含黝铜矿、黄铜矿的砖石,最高含铜 1.24%。

Cu-4 异常位于南东侧,呈半圆形分布,异常向南东方向未封闭,异常内中外分带明显,异常面积约



a. Au 异常;b. W 异常;c. Bi 异常;d. As 异常;e. Cu 异常;f. 组合异常;1. W 异常线;2. Au 异常线;3. As 异常线;4. Bi 异常线;5. Cu 异常线

图 3 当庆沟脑水系沉积物地球化学异常图

Fig. 3 A map of the geochemical anomalies for stream sediments from Dangqingounao deposit

0.60 km²,异常峰值为 130.7×10^{-6} 。主要岩性为石英砂岩、灰岩和板岩等。

3.6 组合异常特征

根据单元素分布形态,圈定 4 个组合异常。其中,HS-1 异常为 Au、Bi、Cu、As、W 组合异常,异常面积约 11.5 km²。Au、Bi、Cu、As、W 五种元素异常套合较好(图 3f)。

4 异常查证

对 HS-1 组合异常开展了初级异常查证,通过 1:10 000 土壤测量圈定 Au 异常 15 个,W 异常 6

个。经探槽工程揭露,发现一条呈近东西向展布的 Au-W 矿化带,带长约 1.5~2 km,宽约 0.6~0.7 km。矿化带内发现 3 条金矿(化)体,2 条钨矿(化)体,证明为矿致异常。化体均呈条带状 NE-SW 向展布,含矿岩性均为破碎蚀变硅化石英砂岩,普遍白钨矿化,白钨矿多呈星点状和浸染状分布(图 4),主要蚀变特征都是硅化、碳酸盐化和黄铁矿化。地质踏查还在当庆沟脑矿区北东部发现了含铜 1.24% 的转石,初步显示了较好的找矿潜力。

Au-I 特征:位于矿区北西侧,分布于土壤异常 Au-1 异常北侧,长 100 m,厚度为 4 m,金平均值为 2.53×10^{-6} ,最大值为 3.25×10^{-6} 。

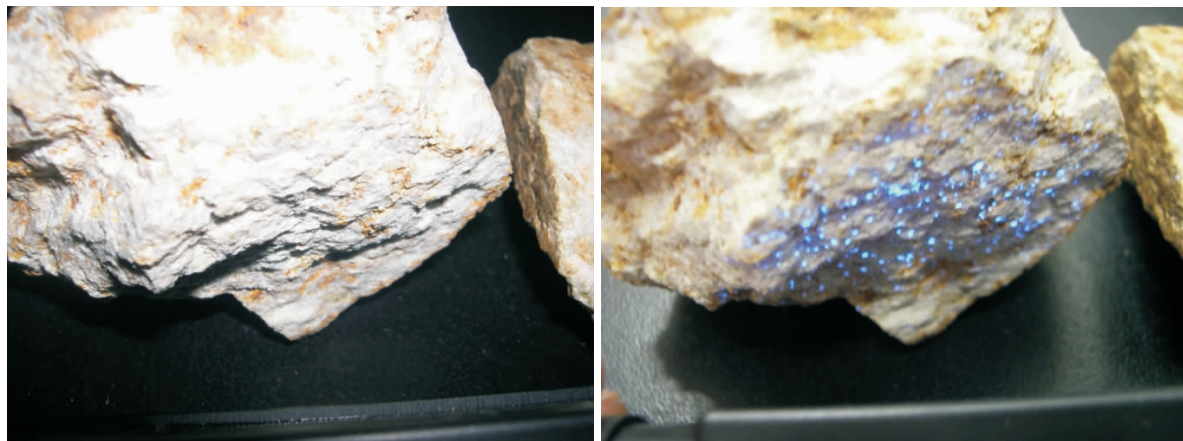


图4 当庆沟脑钨矿石照片

Fig. 4 Photographs showing W ores from Dangqinggounao deposit

Au-Ⅱ特征:位于矿区北西侧,分布于土壤异常 Au-1 异常中部,长 150 m,厚度为 3.5 m,金平均值为 1.67×10^{-6} ,最大值为 2.38×10^{-6} 。

Au-Ⅲ特征:位于矿区北东侧,长 50 m,厚度为 2.5 m,金平均值为 1.58×10^{-6} ,最大值 2.00×10^{-6} 。

W-I 特征:位于矿区北西侧,分布于土壤异常 W-1 异常内,与 Au-I 矿体伴生,长 1 000 m,厚度为 4 m,钨平均值为 0.32×10^{-2} ,最大值为 0.58×10^{-2} 。

W-II 特征:位于矿区北东侧,分布于土壤异常 W-4 异常内,长 500 m,厚度为 4 m,钨平均值为 0.28×10^{-2} ,最大值为 0.35×10^{-2} 。

南矿带:主要分布于矿区南侧 1:5 万水系沉积物 HS-4 异常内,呈近 EW 向展布。带长约 500 m,宽约 3~4 m。该带主要岩性为蚀变硅化石英砂岩及板岩,普遍白钨矿化,多呈星点状和浸染状分布。一般含钨 $0.06\% \sim 0.25\%$,含金 $0.2 \times 10^{-6} \sim 1.85 \times 10^{-6}$,局部含钨可达 1.26% 。

5 结论

当庆沟脑矿床地球化学勘查显示了较好的找矿效果,经 1:10 000 土壤测量和探槽工程发现 W-Au 矿化体 5 条,矿化体均呈条带状 NE-SW 向展布,含矿岩性均为破碎蚀变硅化石英砂岩,普遍白钨矿化,主要蚀变特征均为硅化、碳酸盐化、黄铁矿化。在矿床成因方面,笔者认为当庆沟脑金钨矿床为印支期岩浆(γ_3^s)热液充填交代石英脉型白钨矿床。

W、Au 等成矿元素来自区内侵入的酸性岩体,Ca 元素可能由岩体围岩(P_{1j})提供。W 元素在岩浆期后热液中一般与 Cl 等挥发组分化合,形成较稳定的络合物,随着岩浆气水溶液迁移至含钙岩层裂隙中,在适当的物化条件下,便与地层中的元素化合,形成白钨矿。经对矿化体采样分析 Au 含量已达工业品位,找矿潜力巨大,通过下一步工作有望成为西秦岭造山带西段又一个重要的 W-Au 矿找矿靶区。

参考文献(References):

- 袁士松,杨贵才,闫家盼,等. 甘肃阳山超大型金矿床成矿流体来源及演化——来自流体包裹体和稳定同位素的约束[J]. 矿床地质,2014,33(S1):591-592.
- YUAN Shisong, YANG Guicai, YAN Jiapan, et al. Source and evolution of ore-forming fluids in Yangshan super-large gold deposit in Gansu Province- Based on the study of fluid inclusions and stable isotopes [J]. Mineral Deposits, 2014,33(S1):591-592.
- 张涛,曹燕山,张德会,等. 甘肃玛曲大水金矿构造叠加晕特征研究[J]. 矿物岩石地球化学通报,2017,36(02): 279-288.
- ZHANG T, CAO Y S, ZHANG D H, et al. Study on the characteristics of tectonic superimposition halo of Maqu Dashui gold deposit in Gansu Province [J]. Bulletin of Mineralogy Petrology and Geochemistry, 2017,36(02):

- 279-288.
- 闫海卿,贺宝林,刘巧峰,等. 西秦岭大水金矿岩浆岩年代学、地球化学特征[J]. 地球科学与环境学报,2014,36(01):98-110.
- YAN H Q, HE B L, LIU Q F, et al. Chronological and geochemical characteristics of magmatic rocks in Dashui gold deposit in the West of Qinling Mountains [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2014, 36(01):98-110.
- 杨斌,彭秀红,倪师军,等. 甘肃大水金矿地质特征及矿床成因研究[J]. 矿物学报,2015,35(S1):1049.
- YANG B, PENG X H, NI S J, et al. Geological characteristics and genesis of Dashui gold deposit in Gansu Province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2015,35(S1):1049.
- 袁万明,李红阳,邓军,等. 玛曲格尔珂金矿田旋涡状构造及其控矿作用[J]. 岩石学报,2010,26(06):1785-1792.
- YUAN W M, LI H Y, DENG J, et al. Whirl structure and ore-controlling action of Maqu Geerke gold field [J]. Acta Petrologica Sinica,2010,26(06):1785-1792.
- 张新虎,任丰寿,余超,等. 甘肃成矿系列研究及矿产勘查新突破[J]. 矿床地质,2015,34(06):1130-1142.
- ZHANG X H, REN F S, YU C, et al. The study of Metallogenic series research and breakthroughs in mineral exploration,Gansu [J]. Mineral Deposits,2015,34(06):1130-1142.
- 陈衍景,张静,张复新,等. 西秦岭地区卡林一类卡林型金矿床及其成矿时间、构造背景和模式[J]. 地质论评,2004,50(02):134-152.
- CHEN Y J, ZHANG J, ZHANG F X, et al. Carlin-Carlin-type gold deposit in the West Qinling area and its metallogenic time, tectonic setting and pattern [J]. Geological Review,2004,50(02):134-152.
- 温德清. 青海德尔尼铜多金属硫化矿床的工艺矿物学特征[J]. 矿物学报,2010,30(S1):95-96.
- WEN D Q. Technology and mineralogical characteristics of copper polymetallic sulfide deposits in Deerni Qinghai [J]. Acta Mineralogica Sinica,2010,30(S1):95-96.
- 宁墨奂,温春齐. 四川九寨沟马脑壳金矿床地质特征及找矿方向[J]. 矿物学报,2009,29(S1):130-132.
- NING M H, WEN C Q. Geological characteristics and prospecting direction of the Manaoqiao gold deposit in Jizuhaigou, Sichuan [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2009,29(S1):130-132.
- 可勇,姚书振,吕新彪. 川西北马脑壳金矿床成矿流体地球化学特征与性质[J]. 地球化学,2001,30(03):273-281.
- WANG K Y, YAO S Z, LÜ X B. Geochemical characteristics and properties of ore-forming fluid in the Manaoqiao gold deposit, Northwest Sichuan [J]. Geochemistry, 2001,30(03):273-281.
- 毛华海,张哲儒. 东北寨金矿床成矿机制:地球化学热力学研究[J]. 矿物学报,1997,17(04):463-471.
- MAO Huahai, ZHANG Zeru. Dongbeizhai gold deposit mechanism: geochemical thermodynamics [J]. Acta Mineralogica Sinica, 1997,17(04):463-471.
- 史文全,张波. 甘肃南部大水金矿集区找矿标志及找矿潜力分析[J]. 地质与勘探,2018,54(03):490-500.
- SHI Wenquan,ZHANG Bo. Prospecting Indicators and Potential of the Dashui Gold Ore Concentration Area in Southern Gansu Province[J]. Geology and Exploration, 2018,54(03):490-500.