

内蒙古朱拉扎嘎金矿构造、岩浆控矿作用

张道阔¹, 王庆超¹, 秦向红¹, 王兀升², 朱永泰¹, 岳增乐¹, 杨国强¹

1. 河南省航空物探遥感中心, 河南 郑州 450000; 2. 国土资源部矿产资源储量评审中心, 北京 100035

摘 要 朱拉扎嘎金矿位于中新元古代巴音诺尔公凹陷带内, 朱拉扎嘎毛道附近南北向背斜褶皱轴部及朱拉扎嘎毛道 NNW 向断裂构造南段, 赋存在中元古界蓟县系阿古鲁沟组一岩段中, 为岩浆热液蚀变岩型金矿床。通过研究朱拉扎嘎金矿区域构造演化及构造、岩浆岩的控矿作用, 提出朱拉扎嘎金矿床控矿因素为 E-W 向逆冲断裂带活动派生出的层间滑动破碎带, 与华力西期岩浆活动有密切关系。区域上北东方向的呼布和特一带与朱拉扎嘎金矿床地质情况相似, 是该区的找矿重点方向。

关键词 朱拉扎嘎金矿 构造 岩浆岩 内蒙古

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2016.02.005

STRUCTURAL AND MAGMATIC CONTROL OF THE ZHULAZHAGA GOLD DEPOSIT IN INNER MONGOLIA

ZHANG Dao-kuo¹, WANG Qing-chao¹, QIN Xiang-hong¹, WANG Wu-sheng², ZHU Yong-tai¹,
YUE Zeng-le¹, YANG Guo-qiang¹

1. Henan Geophysical Exploration and Remote Sensing Center, Zhengzhou 450000, China;

2. Assessment Center for Mineral Resources Reserves, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China

Abstract : The Zhulazhaga gold deposit is situated in the Meso-Neoproterozoic Bayinnuoergong depression belt, at the N-S-trending axis of anticline and in the southern part of NNW-trending fault. The ores occur in the first member of Agulugou Formation, Jixian System, Mesoproterozoic Erathem. The deposit is of magmatic hydrothermal altered rock type. With study on the regional tectonic evolution, and structural and magmatic rock control, it is concluded that the ore-controlling factor of Zhulazhaga gold deposit is the interlayer-gliding fracture zone derived from E-W-trending reverse thrust, which is closely related with Variscan igneous activity. The study also shows that the geological conditions on the northeastern area are similar to those of the Zhulazhaga gold deposit, suggesting that it should be the target for exploration.

Key words : Zhulazhaga gold deposit; structure; magmatic rock; Inner Mongolia

1 区域地质背景

研究区位于华北地台北缘西部, 阿拉善台隆巴音诺尔公断隆西侧, 北邻天山-兴蒙褶皱系的内蒙褶皱带。研究区受其北侧可可陶勒海-陶来-阿拉乌苏断裂, 南侧巴音诺尔公-海北断裂 (均为 E-W 向) 及其西侧的两棵树一巴音西别北麓 NE 向断裂所控制^①。

1.1 区域构造特征

区域内褶皱、断裂构造较发育, 其构造格架主要

呈 E-W 和 NE 向。NE 向断裂控制了区内地层和岩浆岩的展布, E-W 向断裂多发生在不同地质体内。受两大构造单元的先后演化形成了独特的弧形地质构造形迹组合。

(1) 结晶基底变形 新太古代变质地质体发育一组透性片麻理, 呈条带状、眼球状、条纹状等构造, 为该期变形作用产物。此外还发育平行片麻理的流褶皱黏滞石香肠等构造, 反映了深层次塑性流变的特征。由于

收稿日期 2015-12-08 修回日期 2016-01-18 编辑 张哲

作者简介 张道阔 (1983—), 男, 工程师, 主要从事地质勘查工作, 通信地址: 河南省郑州市南阳路 56 号河南地矿大厦 1309 室, E-mail//zhangdk20@126.com

①张道阔, 等. 内蒙古自治区阿拉善左旗朱拉扎嘎矿区金矿勘探报告. 2015.

形成片麻理的矿物以压扁为主,因此该期变形作用是在南北挤压机理下形成的。

(2) 古元古代变形 主要表现为分层顺层剪切作用、中深层次固态流变变形,形成由广泛发育的片理、矿物线理、顺层掩卧褶皱黏滞型石香肠构造等组成的褶皱层构造。与此同时,以早期片理、片麻理为变形面,形成轴面近东西的复式倒转向形构造,构成区内基底构造的主体格局。

(3) 盖层构造变形 主要表现为中元古界渣尔泰山群发育了透入性板劈理,板劈理对层理强烈构造置换。板劈理面平直光滑,沿板理面上由新生矿物绢云母、绿泥石等定向排列组成矿物生长线理。局部泥质岩石中顺层掩卧褶皱发育,且多为顶厚的相似褶皱。后期表现为以板理为变形面形成的斜列倒转褶皱构造,其褶皱轴已发生弯曲变形,为区内中元古代主体构造形迹。

(4) 脆性变形 海西—印支期构造旋回形成 NE—NEE 向岩浆岩带和逆冲推覆构造,S—N 方向拉张形成断陷盆地并在矿区形成一系列右旋平移断层,对矿体具破坏作用。喜马拉雅山期主要表现为差异性升降运动,体现在地形差异上更加明显。

1.2 区域岩浆岩特征

区域内侵入岩十分发育,分布面积约占基岩面积的 1/2。形成时代上既有中元古代中基性深成岩和浅成岩,又有古生代及中生代酸性深成岩。岩石以花岗岩为主,但多由数种岩石类型构成复杂的深成杂岩体。岩浆演化从老到新由基性、中酸性到酸性。岩体产出状态,吕梁期和印支期多为岩株状,华力西期则以岩基居多,多期次岩浆活动为本区的成矿提供了必要条件^[1]。

(1) 元古宙侵入岩 元古宙吕梁期侵入岩侵入于元古代地层中,经历了强烈的构造变形变质作用,普遍发育眼球状、片麻状、糜棱片状构造。以辉绿岩、中细粒辉长岩、闪长岩为主。

(2) 晚古生代侵入岩 晚古生代,受北部地质体的俯冲、碰撞作用,区内岩浆活动异常强烈,形成 NE 向的巨型复式深成岩基带斜跨全区分布。

晚古生代华力西早期侵入岩以二长花岗岩、中粒黑云母花岗岩为主。华力西晚期以中粒二长花岗岩、细粒花岗岩为主。

(3) 中生代侵入岩 中生代印支期岩浆活动十分频繁,岩体总体展布与区域构造一致,亦为 NE 向展布,形成以酸性岩为主的一套钙碱性岩系。岩石类型以闪长岩、二长花岗岩、中粒黑云母花岗岩、斑状花岗岩为主,花岗闪长岩为次。

2 矿区地质

研究区位于中新元古代巴音诺尔公凹陷带内,朱拉扎嘎毛道附近南北向背斜褶皱轴部及朱拉扎嘎毛道 NNW 向断裂构造南段。区内出露的地层简单,除第四系外,主要为中元古界长城系增隆组 and 蓟县系阿古鲁沟组。岩性复杂,除变质钙质砂岩、变质钙质粉砂岩、板岩、碳酸盐岩外,还有分布甚多的火山岩,特别是存在喷流沉积矿化层,说明这类岩性组合是有利的成矿环境^[2]。

2.1 构造

该矿床靠近矿区内最重要的区域性 E—W 向逆冲断裂带,由于它强烈的多次活动,区内褶皱、断裂构造十分发育(图 1)。

(1) 褶皱 主要的褶皱构造有巴彦希别—朱拉扎嘎毛道近 S—N 向背斜褶皱。研究区位于该背斜构造的 SE 翼转折部位,具体表现为总体倾向 SE 的单斜构造。该单斜构造中一系列层间滑动层、层间断裂、裂隙发育,为矿液运动与沉淀提供了空间条件,同时区域动力作用使地层中小构造、揉皱等发育。

(2) 断裂 研究区内断裂构造极其发育,可分为近 E—W、NNE、NNW、NE、NW 等。区内见 23 条主要断裂构造,根据断裂产出特征及相互切割关系,断裂活动可大致分为 3 期。

第 1 期 区域近 E—W 向的逆冲断层活动,造成部分地段地层走向不连续。受这种逆冲断层活动影响,在阿古鲁沟—岩段四亚段,即含矿层中产生了大量层间破碎带,为后期金矿的形成提供了部分赋矿空间。

第 2 期 形成纵贯矿区的 NNW 向平移逆断层,可能是形成金矿的导矿构造,金矿体分布在其东西两侧。它切穿了第 1 期的近 E—W 向构造,并在其两侧形成了派生的次级 NE—NNE 及近 S—N 向断裂构造,其中 NE 向构造对金矿的形成具有重要控制作用。在 NNW 主构造及 NNE、S—N 向断裂中贯入了各类脉岩。

第 3 期 第 2 期主次级构造再次活化,使侵入其中的脉岩破碎,并又派生了一系列 NNE—NE 向次级构造。这期构造主要是成矿后的产物,对矿体有一定的破坏作用。

2.2 岩浆岩

在研究区东南部有几处华力西中期辉长岩(γ_4)与黑云母花岗岩斑岩(γ_{π_4})岩体出露,同时综合物探测量及钻探成果表明,在研究区西南有一隐伏花岗斑岩(γ_{π_4})岩体存在,它们侵入于阿古鲁沟组,在接触带部分地段形成角岩和夕卡岩。岩浆热液使地层中的成矿

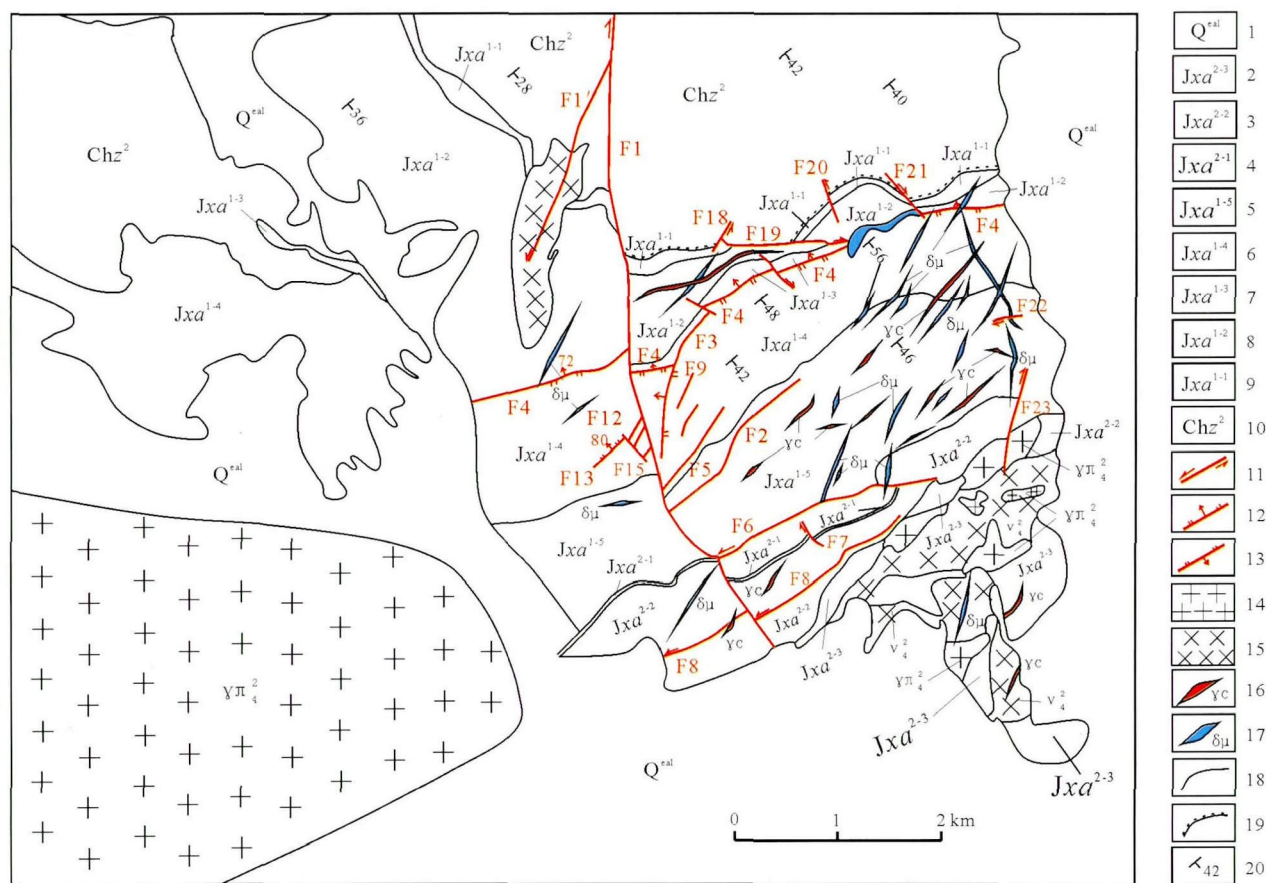


图1 朱拉扎嘎金矿区构造地质图

Fig. 1 Structural geological map of the Zhulazaga gold orefield

1—第四系风成沙 (Quaternary eolian sand) 2—阿鲁沟组二岩段三亚段 (3rd sub-mem. of 2nd mem., Alugou fm) 3—阿鲁沟组二岩段二亚段 (2nd sub-mem. of 2nd mem., Alugou fm) 4—阿鲁沟组二岩段一亚段 (1st sub-mem. of 2nd mem., Alugou fm) 5—阿鲁沟组一岩段五亚段 (5th sub-mem. of 1st mem., Alugou fm) 6—阿鲁沟组一岩段四亚段 (4th sub-mem. of 1st mem., Alugou fm) 7—阿鲁沟组一岩段三亚段 (3rd sub-mem. of 1st mem., Alugou fm) 8—阿鲁沟组一岩段二亚段 (2nd sub-mem. of 1st mem., Alugou fm) 9—阿鲁沟组一岩段一亚段 (1st sub-mem. of 1st mem., Alugou fm) 10—增隆昌组 (Zenglongchang fm) 11—平移断层及编号 (strike-slip fault and serial number) 12—正断层及编号 (normal fault and serial number) 13—逆断层及编号 (reverse fault and serial number) 14—花岗(斑)岩 (granite/porphyry) 15—辉长岩 (gabbro) 16—花岗细晶岩脉 (granitic aplite dike) 17—闪长玢岩脉 (diorite porphyrite dike) 18—地质界线 (geological boundary) 19—平行不整合界线 (disconformity) 20—地层产状 (stratum attitude)

元素活化富集,形成了朱拉扎嘎金矿体。经中国地质科学院矿床研究所测定,花岗斑岩的 K-Ar 年龄为 291.48 Ma^[1]。

脉岩在矿区分布很广,相互穿插现象较多。有斜闪煌斑岩、闪长玢岩、辉绿玢岩、花岗细晶岩等。闪长玢岩脉分布较多,其次为花岗细晶岩脉。斜闪煌斑岩脉仅产在矿区 NNW 向平移正断层的断裂带中,属钙碱性岩石。其他脉岩呈 NE 向沿断裂构造产出,脉宽一般 0.8~2.0 m,长数百米,与矿体有一定斜交。它们绝大部分是成矿后形成,因此常切穿矿体,对矿体具有破坏作用,在少数脉体成矿前产出。

3 控矿作用

3.1 构造的控矿作用

朱拉扎嘎金矿床为产出中元古界蓟县系阿古鲁沟组一岩段 (Jxa) 的岩浆热液蚀变岩型金矿床 (图 2)。矿石构造主要为微细浸染状金矿石和脉状-网脉状金矿石 (图 3),赋矿岩石主要为蚀变变质砂岩型、交代岩型和硫化物石英脉型。蚀变变质砂岩型矿石矿化特征类似于火山岩型,原岩为砂岩或粉砂岩的胶结物富含钙质,阳起石、金属硫化物等热液蚀变矿物组合常沿其层理发育,因此矿石的条带状构造明显,矿化较普遍。交代岩型矿石主要是阳起石和磁黄铁矿等金属硫化物组成的交代岩石。原岩的残留物已不存在或极难辨认,见于构造、裂隙发育的部位。硫化物石英脉型矿石基本是沿斜切层理的裂隙产生,矿石中石英占 90% 以上,

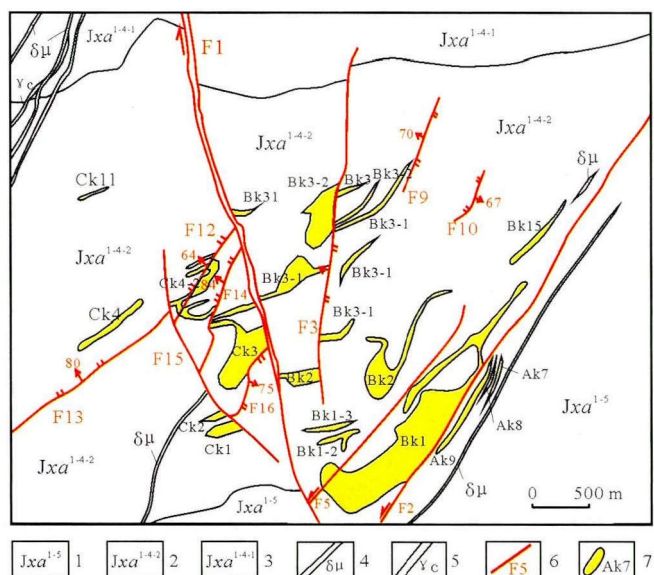


图2 朱拉扎嘎金矿地质简图

Fig. 2 Geological sketch map of the Zhulazaga gold deposit

1—阿鲁沟组一岩段五亚段 (5th sub-mem. of 1st mem., Alugou fm) 2—阿鲁沟组一岩段四亚段第二岩性段 (2nd lithologic unit of 4th sub-mem. 1st mem., Alugou fm) 3—阿鲁沟组一岩段四亚段第一岩性段 (1st lithologic unit of 4th sub-mem. 1st mem., Alugou fm) 4—闪长玢岩脉 (diorite porphyrite dike) 5—花岗细晶岩脉 (granitic aplite dike) 6—断层及编号 (fault and serial number) 7—金矿体及编号 (gold orebody and serial number)

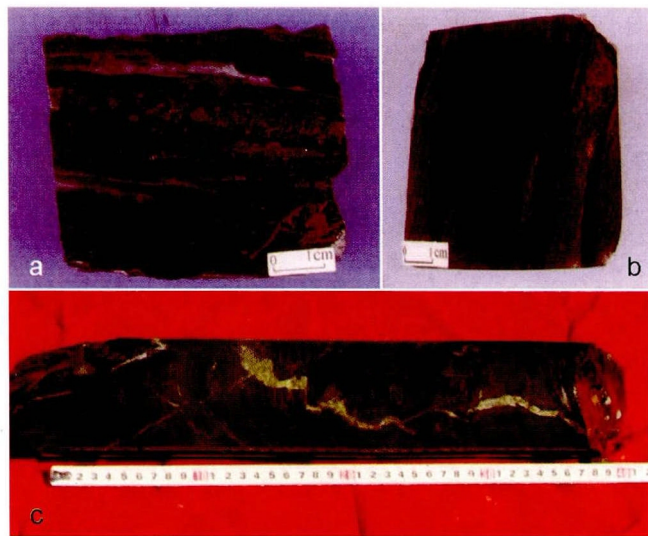


图3 典型矿石构造

Fig. 3 Typical structures of the ore

a, b—浸染状构造矿石 (disseminated structure);
c—脉状构造矿石 (veined structure)

另外见有孔雀石、黄铁矿、黄铜矿等, 矿石较富。

区域性 E-W 向逆冲断裂带, 由于它强烈的多次活动, 在地层中派生了大量的层间滑动破碎带。这是由于地层中岩相变化明显, 软硬不同岩性岩层频繁交替

出现, 也为在构造活动中产生层间滑动破碎带或层间裂隙创造了条件, 同时为后期含矿热液的活动和矿质的运移沉淀提供了空间。

矿体受层间裂隙及层间滑动断层控制, 因此绝大部分矿体顺层产出, 局部有穿层现象, 特别是在赋矿地层中有多组裂隙存在情况下, 常在裂隙交叉部位形成矿结、矿囊。矿体形态以似层状、透镜状为主, 脉状次之。矿体规模大小不一, 长 10 余米到 300 余米, 厚数几米到数十米, 延伸可达近 400 m。矿体总体走向以 NE 向为主, 倾向 SE, 倾角 35~45°。矿体沿走向常出现分支复合、膨大收缩、尖灭再现现象。矿石品位在 $1.0 \times 10^{-6} \sim 8.8 \times 10^{-6}$ 之间变化 (图 4)。

3.2 岩浆的控矿作用

阿古鲁沟组一岩段是该矿区内岩性最为复杂的地层, 除变质钙质砂岩、变质钙质粉砂岩、板岩、碳酸盐岩外, 还分布有火山岩, 这类岩性组合是有利的成矿环境。内蒙古国土资源勘查开发院在该区工作时, 对矿床深部用钻探工程获得的非矿化岩石中 Au 平均品位 300×10^{-9} , 最高达 430×10^{-9} , 远高于克拉克值。原始沉积层中 Au 的高含量为其后矿床的形成奠定了良好的基础 [4]。

在赋矿地层的沉积岩系中, 以变质砂岩、板岩中的矿化为最好。由此说明, 砂岩中孔隙的发育和钙质胶结物的存在, 有利于含矿热液的活动和蚀变作用的发生。朱拉扎嘎金矿与成矿关系最为密切的花岗斑岩的形成时代为 280 ± 6 Ma, 成矿稍晚侵入的闪长玢岩的形成时代为 279.7 ± 5.2 Ma, 二者的年龄基本一致, 同时也与矿石中石英 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 法年龄一致 [5]。

朱拉扎嘎金矿形成中岩浆热液活动起到了积极的作用, 岩浆热液活动使矿源层活化, 成矿元素富集, 形成金矿体。矿石中石英包裹体的研究表明, 含矿热液的温度平均在 286 °C, 显示中偏高温特征。另外, 包裹体中的盐度平均在 21.66% (NaCl 质量分数), 而成矿时的压力相对较低, 平均为 5.4 MPa [6]。

成矿过程中, 成矿流体伴随构造裂隙的多次产生, 其矿化也多次发生, 因此, 当顺层矿化发生后, 又有其他方向新的构造活动, 含矿热液再次进入其中, 产生新的富硫化物脉体, 从而加强了矿体的矿化。

4 结论

(1) 朱拉扎嘎金矿位于中新元古代巴音诺尔公凹陷带内, 朱拉扎嘎毛道附近 S-N 向背斜褶皱轴部及朱拉扎嘎毛道 NNW 向断裂构造南段, 区域上 E-W 向逆

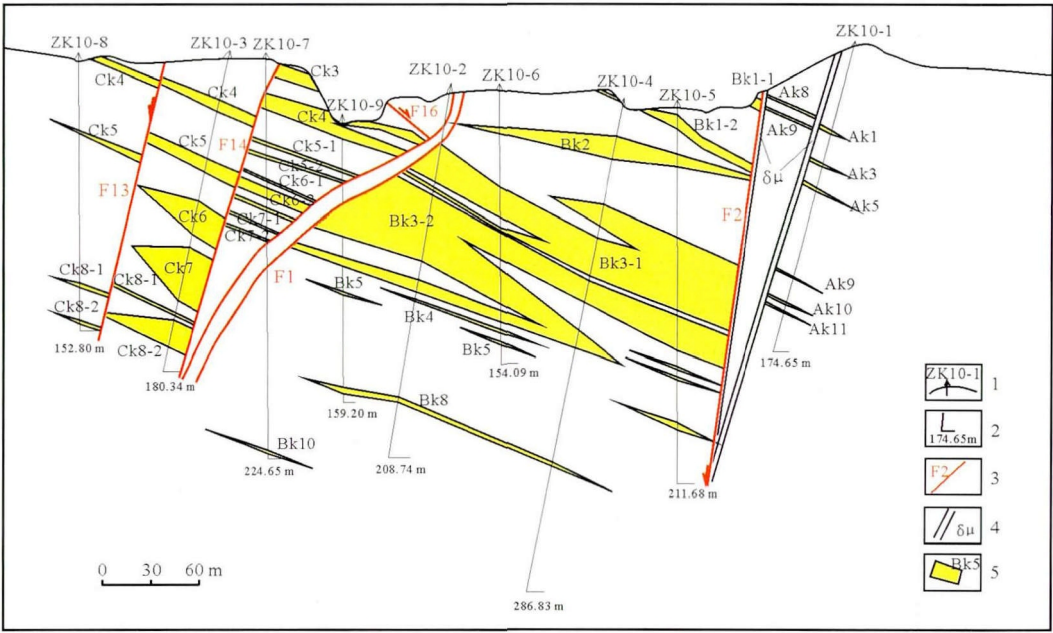


图 4 KP10 勘探线剖面

Fig. 4 KP10 Section of exploration line

1—钻孔位置及编号 (drill hole and serial number) 2—钻孔孔深 (drilling depth) 3—断层及编号 (fault and serial number) 4—闪长玢岩脉 (diorite porphyrite dike) 5—金矿体及编号 (gold orebody and serial number)

冲断裂带的剧烈活动,在地层中派生出大量的层间裂隙和滑动破碎带,为成矿流体的运移、沉淀提供了通道和场所.

(2) 华力西期岩浆活动为朱拉扎嘎金矿床的形成提供了成矿热源,并对矿质的再次运移和聚积具有重要作用,也为含矿溶液的进一步活化提供了热源.

(3) 后期形成的闪长玢岩等岩脉对矿体具有一定的破坏作用.

(4) 朱拉扎嘎金矿的赋矿地层在矿区构成一背斜,由核部向两翼延伸,SW 方向为大面积的花岗 (斑) 岩岩体,NE 方向向呼布和特一带延伸,延伸达 300 km 以上,厚度 400 m 左右,其岩性组合等地质情况与朱拉扎嘎矿区相似,是该区外围找矿的重点方向.

参考文献:

[1] 黄久远,张道阔,刘应华,等. 内蒙古阿拉善朱拉扎嘎金矿区岩浆活动与成矿作用 [J]. 地球, 2014 (8): 89—92.
[2] 杨岳清,张建华,刘妍,等. 内蒙古朱拉扎嘎金矿床中火山岩的发现 [J]. 中国地质, 2001, 28 (9): 13—19.
[3] 江思宏,杨岳清,聂风军. 内蒙古朱拉扎嘎金矿成矿作用研究 [J]. 矿物岩石地球化学通报, 2000, 19 (4): 229—231.
[4] 张卫新,马丹,秦向红,等. 内蒙古朱拉扎嘎金矿床类型及找矿方向 [J]. 地质与资源, 2014, 23 (3): 276—279.
[5] 孟二根,张有宽,陈旺. 内蒙朱拉扎嘎金矿成矿地质条件及找矿初探 [J]. 矿产与地质, 2002, 16 (3): 168—174.
[6] 丁天才. 内蒙古朱拉扎嘎金矿地质特征、矿化规律及成因 [D]. 北京: 中国地质大学, 2003: 39—44.