

3-7, 13 山东蓬家乔金矿的基本地质特征及其找矿方向

沈远超 谢宏远 李光明 刘铁兵 孙秀英 王岳军

(中国科学院地质研究所·北京·100029)

通过工作,认为该区中生代构造体系以走滑构造为主,走滑断层在蓬家乔地区转换为拉张,在白垩纪莱阳组砾岩与下元古界荆山群变质杂岩之间形成一剥离断层,蓬家乔金矿产于该剥离断层内,为区内火山活动期间在大气水参与下形成的层间滑动角砾岩型金矿。通过对区内地质体变形特征的研究,认为蓬家乔金矿在三维空间上应呈倾向 $155^\circ \pm 10^\circ$ 、倾角 $45^\circ \pm 10^\circ$ 的大复式透镜体,可望成为大型金矿。

关键词 蓬家乔金矿 层间滑动角砾岩型 走滑构造系 构造转换 构造透镜体

蓬家乔金矿位于乳山市西北部崖子镇,矿石类型主要为含金黄铁矿化硅化构造角砾岩型,局部为含金黄铁矿化硅化白云质大理岩型,目前控制规模为中型。

1 区域地质概况

与胶东地区其他金矿不同,蓬家乔金矿既不产于花岗岩中,也不产于老变质岩中,而是位于莱阳盆地北缘白垩纪莱阳组砾岩与下元古界荆山群变质杂岩的构造接触部位(图1)。莱阳盆地出露面积约 14000km^2 ,总体上呈一长轴为 NE 向的菱形展布,盆地中沉积物自下而上分为莱阳组、青山组、王氏组,其中莱阳组分布广泛,总厚度 $> 1500\text{m}$,主要岩性为黑绿色、黄绿色页岩。在盆地边缘出现一些砂砾岩沉积,反映一种快速拉张、迅速沉降的环境。青山组主要为中基性、中酸性火山岩夹砂页岩,厚度 $> 1600\text{m}$,主要呈 NE 向分布于莱阳盆地的中心。王氏组主要岩性为红色砂砾岩夹紫红色页岩,厚度约 3000m ,主要分布于莱阳盆地的西部边缘^[1,2]。

荆山群变质杂岩由野头组白云质大理岩和陡崖组含石墨变粒岩、片麻岩等组成。地层中 Au 丰度值为 $1.79 \times 10^{-9} \sim 5 \times 10^{-9}$, Hg

丰度值为 14.4×10^{-9} , As 丰度值为 $4.31 \times$

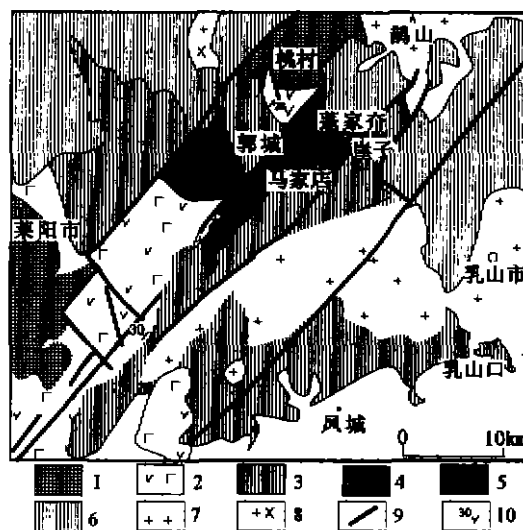


图1 莱阳盆地示意图

(据山东省 1:50 万地质图简化)

1—早白垩世王氏组;2—早白垩世青山组;3—早白垩世莱阳组;4—早白垩世莱阳组第一岩性段;5—早元古宙荆山群;6—太古宙胶东群;7—中生代花岗岩;8—中生代花岗岩闪长岩;9—断裂;10—地层产状

10^{-6} ,区内断裂以 NNE 向和 NE 向为主,这些方向的断裂普遍切割中生代花岗岩,控制着区内石英脉型金矿化的分布。褶皱构造主要为 NE 向的威海—夏村复背斜。

本文 1997 年 12 月收到,文元亮编辑。

① 据山东省地质矿产局第三地质队“山东省乳山市蓬家乔金矿区储量地质报告”,1994。

2 莱阳盆地的形成与金矿的关系

2.1 莱阳盆地的一般特征

莱阳盆地的形状为 NE 向的菱形,盆地边界多为平直断层,盆地的长宽比约为 3~3.5;莱阳盆地从早期快速沉积迅速相变的莱阳组黑绿色页岩、砂砾岩组合到发育于盆地中部呈 NE 向带状展布的青山组火山岩组合,最后到逐步缩减的王氏组红色砂砾岩夹富碱中基性火山岩,具有典型的拉分盆地沉积特点^[5];李思田等(1990)在研究我国东部 140 多个白垩系陆相盆地的基础上,认为晚侏罗世到早白垩世的应力场属右旋张扭性质,刘若新等(1990)在研究我国东部中生代火山岩带 NE 向分布的区域应力场时,同样强调右行走滑导致 NE 向断裂的拉张,控制了火山岩带呈 NE 向展布,陈先沛、马绍刚(1994)也论证了莱阳盆地在晚侏罗世到早白垩世处于右旋张扭应力场中^[2]。马杏垣等(1991)在论述控制胶东东部中生代盆地形成演化的沂沭断裂带时,指出它可能萌生于印支期,为左旋走滑性质,在第三纪以来又经历了右旋压剪性运动,产生褶皱和逆冲构造^[6]。虽然不同学者对本区中生代构造的运动方向认识有分歧,但对断裂带的走滑性质却是认同的。我们根据控制盆地的走滑断裂的空间排布样式、盆地形态及沂沭断裂带对本区的影响,倾向于认为莱阳盆地是受左行左阶雁列式走滑断层控制下形成的 S 型拉分盆地。

2.2 莱阳盆地中发育负花状构造

莱阳盆地发育一套倾角 $20^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 缓倾的正断层,构成了似地堑式构造,堑内地层倾角多在 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$,局部可达 45° 。由于盆地中心出现大量 NE 向带状分布的偏碱性中酸性、中基性火山岩,因此在盆地基底肯定存在陡立的深断裂,此断裂带与盆地浅部出现的缓倾正断层,一起组成了负花状构造。

2.3 蓬家乔金矿的产出部位

基于上述的初步讨论,我们认为 J_3-K_1

期间,NE 向走滑构造体系控制着本区盆地及构造—岩浆活动的形成和演化,在莱阳盆地的 NE 向长边,形成走滑断层;在其 EW、NW 向短边,走滑断层发生转换,形成正断层。在蓬家乔地区则以剥离断层为轴,发生绕水平轴的转动,形成一套变质核杂岩组合。从院格庄至崖子依次出露院格庄斑状二长花岗岩、鹊山黑云母花岗岩、弱糜棱岩化片麻岩、强糜棱岩化变质杂岩、滑脱构造带和莱阳组砾岩(图 2),孙丰月把这组组合称之为鹊山变质核杂岩(1992、1994)^[4]。

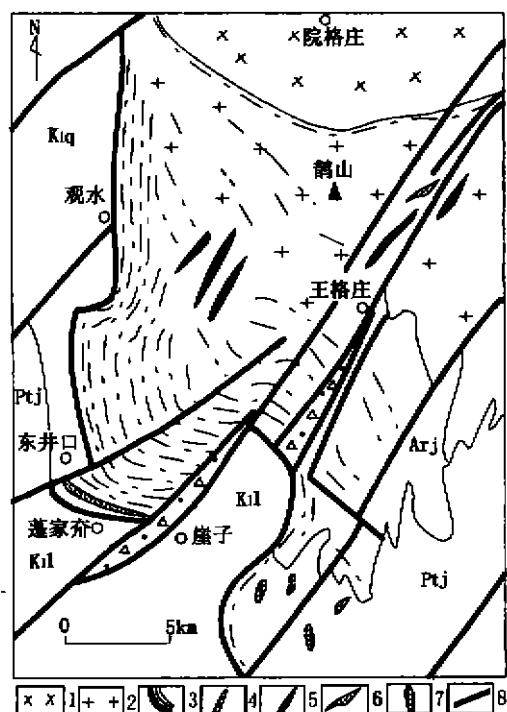


图 2 蓬家乔地区地质图

(引自孙丰月,1994)

K_{1q} —早白垩世青山组; K_{1l} —早白垩世莱阳组砾岩;
 Pt_j —早元古宙荆山群; Ar_j —太古宙胶东群;1—院格庄斑状二长花岗岩;2—鹊山黑云母二长花岗岩;3—滑脱构造带及糜棱岩线理;4—破碎带;5—闪长岩脉;6—闪长岩脉;7—花岗岩脉;8—断裂

3 蓬家乔金矿基本地质特征

蓬家乔金矿主要由 I、II、III 号矿体组成,它们均产于白垩系莱阳组砾岩与下元古

界荆山群变质杂岩之间的剥离断层带内。该断层带在蓬家乔地区呈一向南凸出的弧形,走向以8线为界,其西至东井口为 $280^{\circ} \sim 300^{\circ}$,其东至山西为 $75^{\circ} \sim 90^{\circ}$,倾向SW~SE,倾角上陡下缓,在 $15^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 之间。滑脱带宽度在60m~730m,控制长度为4000m,主要由一套碎裂岩化的长英质岩石、白云质大理岩、

含石墨长英质片岩、片麻岩及黄铁矿化硅化构造角砾岩等岩石组成,并充填有多条顺层的闪长岩脉。断裂带上盘为莱阳组砾岩,下盘为糜棱岩化变质杂岩,见有数条闪长岩、煌斑岩脉。脉岩走向NE,倾向NW,少数为SW,倾角 $39^{\circ} \sim 75^{\circ}$ 。目前在变质核杂岩的各个组成单元中都已发现金矿化,但具工业意

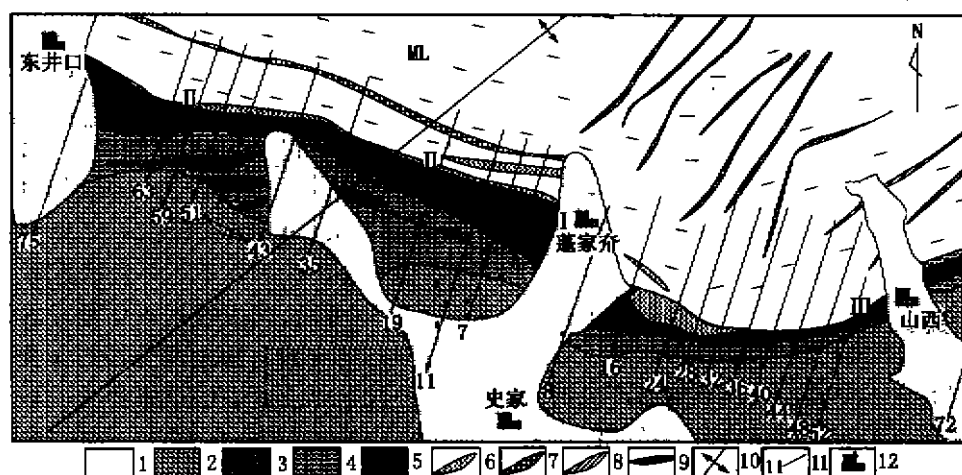


图3 蓬家乔金矿地质图

(据山东地质三队,1994)

ML—糜棱岩化早元古宙荆山群变质杂岩及糜棱线理;1—第四系;2—早白垩世莱阳组砾岩;3—白云质大理岩;4—硅化长英质构造角砾岩;5—黄铁矿化硅化长英质角砾岩;6—闪长岩;7—闪长玢岩;8—煌斑岩;

9—金矿体;10—背斜;11—勘探线及编号;12—居民区

义的金矿床只在剥离断层带的黄铁矿化硅化长英质碎裂岩性段中发现。该含矿岩层产状与滑脱构造带产状近一致,倾角上陡下缓(图4),上盘为硅化长英质碎裂岩、大理岩、含石墨长英质片麻岩、砾岩,下盘为硅化长英质碎裂岩、糜棱岩,几乎沿整个剥离断层带都有分布,但出露宽度变化很大,在12m~280m之间。无论在平面上还是剖面上均呈透镜状,具明显的膨缩现象(见图3、4)。透镜体长轴在平面上走向为 290° ,剖面上为 225° ,轴率(X/Y)在2.4~6之间,加权平均值为3.43。含矿层在矿区范围内(79线~72线)存在3个较大的膨大区,由西向东依次为:51线~75线东井口地区、16线~23线蓬家乔地区、60线~72线山西村地区,最大宽度分别达到280m、225m和110m,透镜平面轴率分别为

4.1、4.2和2.5,蓬家乔金矿3个矿体及发现的数十个矿化异常点绝大多数位于这些透镜的膨大区内。其中I号矿体分布于6线~13线间,走向 290° ,倾向SW,倾角 $15^{\circ} \sim 50^{\circ}$,控制长度约500m,延深>700m,最大深度-137m,最大厚度>25m,矿体向深部变厚,最高品位可达 43.04×10^{-6} ,平均品位 4.51×10^{-6} (山东三队,1994)。II号矿体在1线~61线间断续分布,位于I号矿体下盘,长度可达1000m以上,走向 290° ,倾向SW,倾角上陡下缓,在30线~15线间,控制最大斜深>180m,深度>55m(ZK22),平均厚度近1m,Au品位 $2.01 \times 10^{-6} \sim 9.1 \times 10^{-6}$ 。III号矿体分布在46线~80线间,位于I号矿体上盘,断续延长约800m,走向近NEE,倾向S,倾角上陡下缓,厚度0.3m,Au品位 $3.45 \times$

10^{-6} , 矿石中较富含 Pb、Zn。

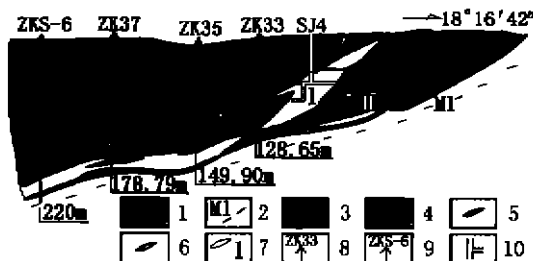


图4 蓬家乔金矿7勘探线剖面地质图

(据山东地质三队及本文资料编绘)

1—早白垩世莱阳组砾岩;2—糜棱岩化的早元古宙荆山群变质杂岩及糜棱线理;3—黄铁矿化硅化长英质构造角砾岩;4—硅化长英质构造角砾岩;5—白云质大理岩;6—闪长岩脉;7—金矿体及编号;8—已施工钻孔;9—设计钻孔;10—井巷工程

对比三个矿体,当矿体上下盘都出现石墨层时,矿体规模比较大,如I号矿体。这可能是:(1)富含石墨岩层是剥离构造产生的岩性薄弱部位;(2)石墨层是含金热液沉淀富集的良好物理化学界面;(3)含石墨片麻岩及大理岩相对于矿体为软弱岩性层,在形成藕节状石香肠构造过程中,它们的厚度互为消长。因此含矿层中相对较薄的含石墨片麻岩、大理岩是找寻较大矿块有利标志。

蓬家乔金矿矿石矿物主要有黄铁矿、银金矿,其次为方铅矿、闪锌矿、黄铜矿;脉石矿物主要有石英、斜长石、方解石,其次为钾长石、白云石、绢云母等。矿石主要结构为压碎结构、自形一半自形结构,主要构造有浸染状、角砾状、块状构造等。矿石中除含金外,尚有 $\text{Ag } 1 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ 、 $\text{CuO } 0.01\% \sim 0.1\%$ 、 $\text{Pb } 0.01\% \sim 0.08\%$ 、 $\text{Zn } 0.01\% \sim 0.05\%$ 、 $\text{S } 5\% \sim 15\%$ 等。

蓬家乔金矿围岩蚀变强烈,且具有一定的分带性,根据蚀变类型,蓬家乔滑脱构造带分为硅化构造角砾岩带、黄铁矿化硅化构造角砾岩带等,其中局部还发育有绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化等。在下盘的糜棱岩化带中,主要发育硅化,局部见钾长石化。

4 蓬家乔金矿的成矿类型

蓬家乔金矿定位于白垩纪莱阳组砾岩与下元古界荆山群变质杂岩之间的剥离断层带内,其成矿年代应当在莱阳组砾岩形成之后。蓬家乔地区莱阳组砾岩的砾石成分比较复杂,主要为糜棱岩、片麻岩、花岗岩和硅质岩(包括白色石英脉)等,砾石分选差,磨圆不一,呈次圆状—次棱角状,胶结较松散,胶结物由复成分的细砾、粗砂及粘土矿物组成,基本和盆地周边的岩石类型相同。其中许多花岗岩砾石的成分、组构,与区内院格庄斑状二长花岗岩及鹊山黑云母二长花岗岩基本一致,说明金矿化应晚于花岗岩浆活动。

另一方面,燕山晚期火山活动在本区非常强烈,沿莱阳盆地轴部分布有大面积的火山岩,其中青山组安山玢岩的 K—Ar 年龄为 $90\text{Ma} \sim 101\text{Ma}$ (山东区测队, 1990)^[2], 这与蓬家乔金矿的年龄非常接近(绢云母 K—Ar 法为 $100.59 \pm 1.96\text{Ma}$, 孙丰月, 1995)^[4]。同时,在观水一带出现火山岩(图2),在矿区内出现大量与火山活动同期的闪长岩、闪长玢岩、煌斑岩等脉岩。孙丰月(1995)对矿石石英包裹体测试的结果表明,其第一阶段石英气液包体的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 4.03‰ , 落入岩浆水和大气水之间,第二阶段石英的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 0.68‰ , 更靠近雨水线^[4]。以上事实表明蓬家乔金矿为区内火山活动期间,在大气水参与下受层间滑脱构造带控制的一种金矿类型,我们把它称之为蓬家乔式金矿。

5 矿体的变形特征及其找矿意义

蓬家乔金矿床具有两个明显的特征:(1)矿体产在层间滑脱构造带中;(2)矿体及围岩都表现出不同程度的构造透镜化。表明矿体就位以后,遭受了强烈的挤压变形,使矿体在位态、形态上发生了重要变化。同时本区滑脱构造在几何形态上也有两个明显特点:(1)在走向和倾向上延伸都很连续;(2)平面上和

剖面上呈轴向协调、大小不一的各种透镜。可见,无论从矿床的角度还是从构造的角度,构造透镜化都起了十分重要的作用。

图5是在测量数十个应变透镜的基础上所做的透镜体倾向、倾角玫瑰花图。可以明显地看出,透镜体轴面倾向、倾角的优势角度分别为 $155^\circ \pm 10^\circ$ 、 $45^\circ \pm 5^\circ$ 。透镜体轴率加权平均值为 3.43。透镜体的轴向与区内威海

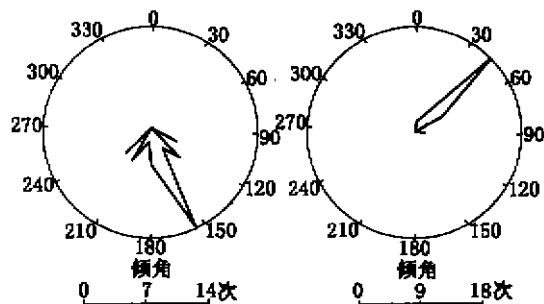


图5 透镜体倾向、倾角玫瑰花图

—夏村倒转复背斜的轴向完全一致(见图5)。蓬家乔地区金矿体基本与大理岩层顺层或小角度相交产出,因此可以选择大理岩为研究透镜体的标志体。从更大、更直观的空间去观察这些透镜,结果发现大理岩层在横剖面上呈连续的透镜状变化,在纵剖面上也呈连续的透镜状变化,类似藕节形石香肠。实际上矿体的形态也表现出相似的变化规律。沿走向大致每隔 50m ~ 150m 出现一次膨缩,沿倾向大致每隔 150m ~ 250m 出现一次膨缩。这种横纵方向上透镜体的变化规律,对指导找矿勘探工作具有非常大的意义。蓬家乔金矿为滑脱构造带控矿,其原始形态应呈向南弯曲的板状。这种板状矿体,在挤压应力下应和区内层状岩石一样发生透镜化变形。以透镜体膨大部分为波峰,狭窄部分为波谷,则波峰与波峰迭加区为矿体的膨大部位,波谷与波谷迭加区为矿体的变薄部分,四个同向透镜体之间的空穴处矿体变薄或尖灭。透镜状矿块的大小、厚薄可由其上下盘中的大理岩层、含石墨层指示出,因为在这种藕节形石香肠形成过程中,矿体相对于大理

岩、含石墨片麻岩是强硬层,它们之间的关系是互为消长的关系。

图6为恢复的I号矿体理想形态,其中

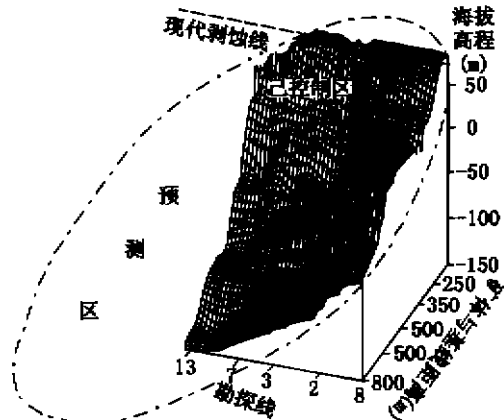


图6 I号矿体理想形态图

阴影部分为工程已控制矿块。基于前面的分析,我们认为该矿体与区内其它岩石一样,也发生了强烈的构造透镜化,利用区内透镜的一般参数补全该矿体,可见已控制矿块仅是I号矿体的东部,在其西部 11 ~ 31 线间,还应存在另大半透镜状矿块(实际上,我们提出的这些预测与山东省地矿局航空物探固定的异常区不谋而合。据乳山市副市长孙熙龙面告,1996年12月)。经过勘探,蓬家乔金矿有望成为一个大型金矿床。

参考文献

- 1 山东省地质矿产局,山东省区域地质志,北京:地质出版社,1991
- 2 陈先沛,马绍刚,中国金矿研究新进展:莱阳盆地与胶东金矿,北京:地震出版社,1994
- 3 马文璞,区域构造解析,北京:地质出版社,1992
- 4 孙丰月,石准立,冯本智,胶东金矿地质及幔源C-H-O流体分异成岩成矿,长春:吉林人民出版社,1995
- 5 朱志澄,宋鸿林,构造地质学,武汉:中国地质大学出版社,1990
- 6 国家地震局地质断面编委会,江苏响水至内蒙古满都拉地质断面(1/1万)说明书,北京:地质出版社,1991
- 7 沈远超,金成伟,等,西准葛尔地区岩浆活动与金矿化作用,北京:科学出版社,1993

(下转第13页)

矿与成岩基本同期或稍晚,属海西中晚期。

4 结语

综上所述,矿区内以 NNW—NW 向断裂为主,辅以 NE、NW 和近 SN 向等多组断裂控制了含矿岩体与矿床的空间分布;多种类型铜矿化与矿区内发育的一套浅成—超浅成(或次火山)花岗质岩浆建造具有密切的成生联系;岩浆建造为成矿提供了丰富的主矿源;岩浆隐蔽爆破作用、岩浆接触交代作用和岩浆期后热液交代充填作用是铜的主成矿作

用;多种类型铜矿化密切伴生,空间上符合多位一体复合成矿模式,成因上则符合多因复成成矿模式,矿床类型总体上应属角砾岩筒型斑岩铜矿床;矿区剥蚀程度很浅,含矿隐爆角砾岩的母岩体——次火山英安玢岩尚隐伏于地下,矿区内出露的大多为隐爆角砾岩体之上的震碎角砾岩,隐爆角砾岩主体还隐伏于地下,表明矿区具有十分广阔的找矿前景。

参考文献

- 1 刘家远,江西燕山期隐蔽爆破相岩石特征与成矿关系,地质与勘探,1982(5):8~25

METALLOGENIC FEATURES OF THE ULUNBU LAKE PORPHYRY COPPER DEPOSIT HOSTED IN CRYPTOEXPLOSION BRECCIA PIPE, XINJIANG

Yu Hengxiang, Lin Jinfu, Liu Jiayuan, Hu Chengqi

The Ulunbulake copper deposit is hosted in a suite of hypabyssal or subvolcanic complex composed of plagiogranite, quartz diorite, diorite, and dacite porphyry cryptoexplosion breccia. Ore minerals consist of malachite, azurite, digenite, cuprite, chalcocite, bornite, pyrite etc. Ore is characterized by replacement remnant texture, poikilitic texture, disseminated structure, veinlet structure and massive structure. The thermal alteration features silicification, hematization, carbonization, sericitization and chloritization. The metallogenic temperature ranges from 119°C to 190°C. δD is -101.7% and $\delta^{18}O$ is 8.4% . The metallogenic age is dated about 211 ± 3 Ma by K-Ar method.

Key words granitic subvolcanic complex, porphyry copper deposit hosted in cryptoexplosion breccia, metallogenic feature, Ulunbulake, Xinjiang



第一作者简介:

喻亨祥 男,1969年生。1992年毕业于桂林冶金地质学院化探专业,1995年在桂林工学院获硕士学位。现为中科院长沙大地构造研究所攻读博士生,大地构造与成矿学专业。

通讯地址:湖南长沙市 中国科学院长沙大地构造研究所 邮政编码:410013

(上接第7页)

GEOLOGY AND PROSPECTING OF THE PENGJIAKUANG GOLD DEPOSIT, SHANDONG

Sheng Yuanchao, Xie Hongyuan, Li Guangming, Liu Tiebing, Sun Xiuying, Wang Yuejun

It is indicated that the structure in this area is characterized by NE-trending strike slip fault which was transformed into extension structure in the Pengjiakuang area and formed a detached fault between conglomerate of Cretaceous Laiyang Formation and metamorphic complex of Lower Proterozoic Jingshan Group which hosts the Pengjiakuang gold deposit. It is genetically a gold deposit hosted in conglomerate and concerning with meteoric water formed in volcanic period. The orebodies feature the large complex lens dipping $155^\circ + 10^\circ$ at angle of $45^\circ + 10^\circ$. The geology of the deposit indicates that it will be expected to be a large-sized gold deposit.

Key words Pengjiakuang gold deposit, gold-bearing interstratified gliding conglomerate, transformation of structure, structural lens



第一作者简介:

沈远超 男,1943年生。1981年毕业于中国科技大学研究生院岩石学专业。现为中国科学院地质研究所研究员,从事岩浆流体及成矿预测等方面的研究。

通讯地址:北京祁家豁子 中国科学院地质研究所矿产资源研究中心 邮政编码:100029