

山东昆嵛山岩体中与细粒花岗岩有关的新类型金矿床地质特征及找矿方向

——以下卧龙矿床为例

吕军阳¹,王福江¹,胡秉谦¹,王欣然²,张朋¹,滕飞¹

(1.山东省第六地质矿产勘查院,山东 威海 264209;2.山东省第八地质矿产勘查院,山东 日照 276826)

摘要:昆嵛山地区位于胶东半岛东部牟平断裂和米山断裂之间,是苏鲁超高压变质带和华北克拉通两大不同地块的过渡地带。下卧龙金矿床位于昆嵛山地区东侧、米山断裂以西。矿体严格受细粒花岗岩脉控制,呈脉状产出,产状与其基本一致,围岩为玲珑序列郭家店单元。矿石类型为绿帘石化黄铁矿化黑云二长花岗岩,矿石矿物主要为黄铁矿,其次为磁黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、磁铁矿,金矿物主要为细粒自然金,赋存状态以晶隙金为主。根据矿床地质特征及矿体分布规律,认为(2)-1矿体深部及矿区周边出露细粒二长花岗岩脉区域仍有较好的资源前景。下卧龙金矿床为昆嵛山地区首次发现的赋存于细粒花岗岩脉内的新类型金矿床,其特点为受构造控制不明显、岩石蚀变普遍较弱、载金矿物多样、矿体品位相对较高。该矿床的发现对昆嵛山及周边地区地质找矿具一定指导意义。

关键词:昆嵛山岩体;细粒花岗岩;地质特征;下卧龙金矿;山东

中图分类号: P618.51

文献标识码: A

引文格式:吕军阳,王福江,胡秉谦,等.山东昆嵛山岩体中与细粒花岗岩有关的新类型金矿床地质特征及找矿方向——以下卧龙矿床为例[J].山东国土资源,2017,33(9):1-6. LV Junyang, WANG Fujiang, HU Bingqian, etc. Geological Characteristics and Ore Prospecting Direction of A New Type Gold Deposit Hosted In Fine-grained Granite in Kunyushan Area in Shandong Province——Setting Xiaolong Gold Deposit as an Example[J]. Shandong Land and Resources, 2017,33(9):1-6.

0 引言

昆嵛山地区位于山东半岛东部牟平断裂和米山断裂之间,是苏鲁超高压变质带和华北克拉通两大不同地块的衔接过渡地带^[1]。昆嵛山岩体是一多期次的复式杂岩体,前人对该杂岩体的期次划分有多种观点^[2-4]。根据前人的研究成果和搜集的锆石 U-Pb 年代学资料^[1,5-7],认为昆嵛山杂岩体主要由两期岩浆活动组成,晚侏罗世(160~140 Ma)垛崮山花岗闪长岩、瓦善二长花岗岩和五爪山二长花岗岩以及早白垩世(115~111 Ma)的三佛山斑状钾长花岗岩、六度寺石英二长岩等 5 部分岩体组成(图 1 左)。该岩体西侧分布着以邓格庄(牟平)和金青顶

(乳山)为代表的一系列大、中、小型脉状金矿床,而在岩体东侧(米山断裂)只有零星的小型金矿点产出。该次工作的下卧龙矿床位于昆嵛山岩体东侧、米山断裂以西(图 1 右),为该地区首次发现的赋存于细粒花岗岩脉中的新类型金矿。该矿床的发现对扩展昆嵛山地区金矿勘查思路及找矿方法具有重要意义。

1 区域地质背景

工作区大地构造位置属秦岭-大别-苏鲁造山带(I)胶南-威海隆起区(II)威海隆起区(III)乳山-荣城断隆(IV)威海-荣成凸起(V)中西部^[8]。出露地层有古元古代荆山群、中生代青山群、新生代第四

收稿日期:2017-02-23;修订日期:2017-05-12;编辑:陶卫卫

基金项目:山东省地矿局科技攻关项目,山东省昆嵛山岩体中与细粒花岗岩有关的新类型金矿及其成矿规律研究,项目编号 KY201405

作者简介:吕军阳(1984—),男,山东威海人,工程师,主要从事金及多金属矿地质勘查及科研工作;E-mail:junyanglv@163.com

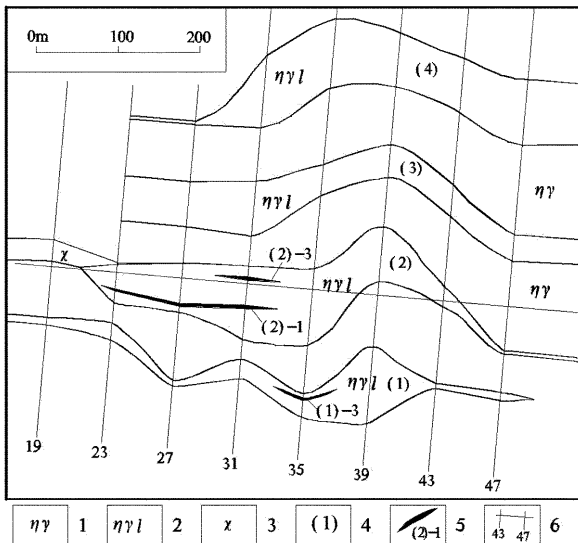
体产状与(2)号脉基本一致,总体走向 275°,倾向 SW,倾角 20°~28°,平均 25°,矿体长 366 m,最大斜深 200 m。矿体厚度 0.91~2.85 m,平均厚度 1.17 m,厚度变化系数 41%,属厚度变化稳定型;矿体品位(1.50~52.60)×10⁻⁶,平均品位 11.47×10⁻⁶,品位变化系数 111%,属有用组分分布较均匀型。矿体呈脉状,无构造或脉岩穿插破坏,矿体仍有一定找矿

空间。

总体来看,矿体沿走向及倾向、平面及纵切面均呈舒缓波状并具膨胀夹缩现象,产状平缓膨胀处易形成矿体;从产出空间来看,矿体多产于细粒花岗岩内部,细粒花岗岩与玲珑序列岩体接触带次之,二者比例约 7:1;矿体总体表现为 SW 向侧伏,侧伏角 50°左右。

表 1 细粒花岗岩脉特征

编号	分布区间	规模(长×厚×斜深)(m)	形态	产状	矿化特征
(1)	19~47 线	800×(1.40~32.80)×600	脉状	走向 275°,倾向 SW,倾角 18°~32°	最高品位 15.23×10 ⁻⁶
(2)	19~63 线	1120×(2.70~73.30)×470	脉状	走向 275°,倾向 SW,倾角 20°~32°	最高品位 52.60×10 ⁻⁶
(3)	19~63 线	1120×(1.00~96.60)×460	脉状	走向 275°,倾向 SW,倾角 21°~31°	最高品位 67.96×10 ⁻⁶
(4)	23~63 线	1040×(1.80~107.00)×888	脉状	走向 275°,倾向 SW,倾角 18°~34°	最高品位 35.48×10 ⁻⁶
(5)	19~51 线	720×(4.80~97.40)×1040	脉状	走向 275°,倾向 SW,倾角 18°~29°	未见金矿化
(6)	19~47 线	800×(16.50~30.70)×260	脉状	走向 275°,倾向 SW,倾角 18°~30°	未见金矿化
(7)	19~47 线	800×(18.50~21.10)×160	脉状	走向 275°,倾向 SW,倾角 25°~30°	未见金矿化
(8)	55-63 线	400×(13.30~36.30)×145	脉状	走向 310°,倾向 SW,倾角 18°~28°	未见金矿化

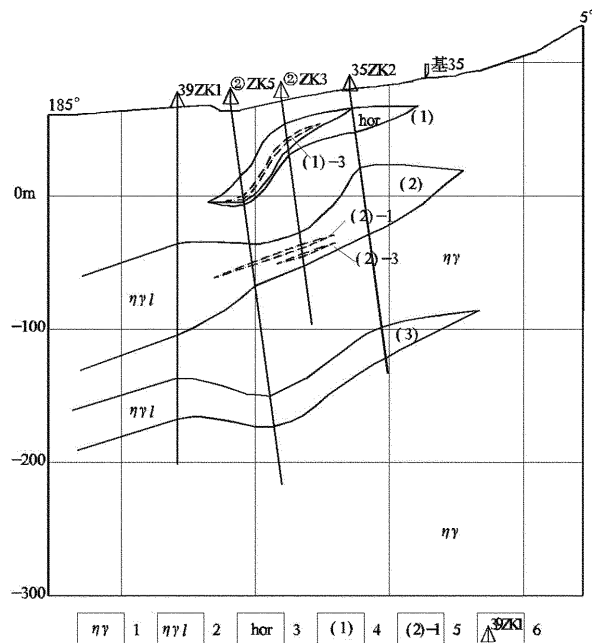


1—中粒二长花岗岩;2—细粒二长花岗岩脉;3—煌斑岩;4—细粒花岗岩脉编号;5—矿体编号;6—勘探线位置及编号

图 2 下卧龙矿区 0 m 中段地质图

2.3 矿石特征

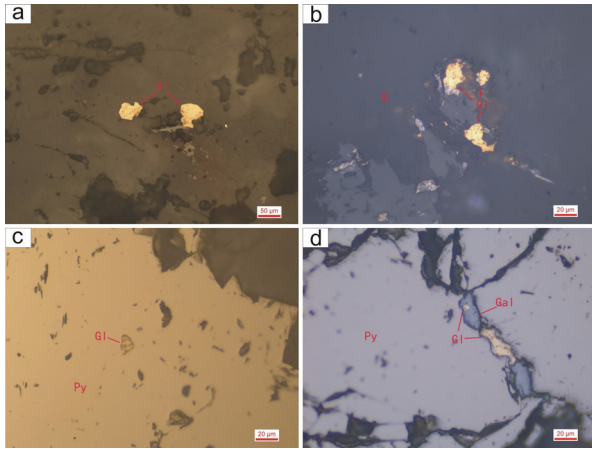
矿石类型为绿帘石化黄铁矿化黑云二长花岗岩、磁铁矿化黄铁矿化黑云二长花岗岩,二者无明显界限,利用岩矿鉴定加以区分。矿石结构有粒状结构、叶片状结构、交代港湾结构、交代残余结构、包含结构等,矿石构造主要为稀疏浸染构造、细脉浸染状构造、细脉状构造。金属矿物主要为黄铁矿,次为磁黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、磁铁矿及少量褐铁矿、钛铁



1—中粒二长花岗岩;2—细粒二长花岗岩脉;3—斜长角闪岩;4—细粒花岗岩脉编号;5—矿体编号;6—钻孔位置及编号

图 3 下卧龙矿区 35 勘探线剖面图

矿等,非金属矿物主要为石英、斜长石、钾长石、绿帘石及少量绢云母、黑云母、方解石等。金矿物主要为细粒(约占 56%)自然金为主,中粒(约占 44%)次之,形态以角粒状、树杈状、麦粒状为主,叶片状次之,赋存状态以晶隙金为主,包体金、裂隙金次之(图 4),载金矿物主要为黄铁矿,其次为磁铁矿、方铅矿、石英、雌黄铁矿(表 2)。



a—自然金赋存于石英晶隙(R);b—自然金赋存于石英与方铅矿晶隙(R);c—自然金以包体金形态赋存于黄铁矿中(R);d—自然金以包体金形态赋存于黄铁矿中(R);R—反射光。矿物代号缩写:Gl—自然金;Py—黄铁矿;Q—石英;Gal—方铅矿;Ccp—黄铜矿

图 4 下卧龙矿床金的赋存状态

表 2 金的赋存状态统计表

赋存状态	载金矿物	百分比%	合计百分比%
裂隙金	黄铁矿	9.10	9.10
	黄铁矿-磁铁矿	36.40	
晶隙金	黄铁矿-方铅矿	9.10	63.60
	石英-方铅矿	9.10	
	黄铁矿-磁黄铁矿	9.10	
包体金	黄铁矿	27.30	27.30

3 成因探讨

3.1 火山-岩浆活动与成矿的关系

3.1.1 昆崙山岩体与成矿关系

昆崙山花岗岩 Sr 初始值较低(约为 0.707~0.709),Al/CNK 为 0.94~1.05,总平均值<1.0,成分表现为高硅、富碱,贫铝、钙、镁、铁的特点,有较高的铀异常值(0.93~1.28),Sm/Nd 低于地壳岩石的平均值,其成分特点较多地继承了区域角闪岩相变质中酸性火山岩系(包括部分变沉积岩)的成分特点,结合区域地质情况分析,源岩浆可能是由已先形成的胶东岩群或荆山群变质系发生部分熔融形成的^[3]。不同层位地壳部分熔融形成的岩浆,上侵结晶形成了昆崙山复式岩体,大规模的花岗岩浆上侵对胶东地区中生代以来迅速抬升起到了积极作用。结合前人研究成果,昆崙山岩体形成的年代数据主要集中于 160~110 Ma 之间,分布区域多在晚侏罗

世(160~140 Ma)和早白垩世(130~110 Ma)两个时段,考虑到细粒花岗岩与昆崙山玲珑序列(160~140 Ma)的穿插成矿关系,认为细粒花岗岩年龄大致在 140~120 Ma。

岩体形成后由于抬升作用,迅速冷却,并发生韧、脆性变形作用,不仅为成矿热液提供了运移通道和容矿空间,也为岩石中金的活化迁移提供了有利条件。

3.1.2 构造条件

侏罗纪胶东地区经历着由挤压向伸展过度的构造体制转换,由早前寒武纪结晶基底岩系组成的中下地壳减压熔融,形成陆壳重熔型花岗岩(玲珑花岗岩),金在岩浆中得到初步富集,同时大量岩石圈地幔物质以及软流圈物质上涌^[13-16],为深源物质上升参与成矿提供了有利的条件。

区内金成矿主要受近 SN 向的米山断裂及次级断裂构造控制。米山断裂是一早期以韧性变形为主,后期以脆性变形为主的多期变形断裂,而从韧性变形至脆性变形阶段金的活化、迁移、沉淀环环相扣。首先在剪切变形作用下,流体与岩石处于暂时的平衡状态,构成一个近封闭的循环体系,使原始的分散金开始富集;然后在地质体抬升过程中,原来的平衡关系被打破,含金流体从矿源岩迁出进入韧性剪切带,断裂变形出现脆性显微裂隙,从而建立起了高流体压力梯度,这一过程的重复,促进含金流体沿剪切带上升,因而又加强了含金流体从矿源层迁出,最终剪切带集中了大量的含金流体;随着韧性变质带进一步发展到浅部,又一次导致含金流体与围岩的明显反应,使金沉淀下来^[17]。

在米山断裂中由于南部变形强度大,含金流体不仅向上运移,且由南向北运移,从而在断裂带北部形成了下卧龙金矿、西院下金矿等。

3.2 成矿时代

据李洪奎^[18-19]等研究,将胶东地区金矿成矿年龄划分了 3 个年龄集中区间,即 160~141 Ma(造山早期)、130~110 Ma(造山中期)和 105~81 Ma(造山晚期)。中期成矿以金为主,伴生银,是胶东地区金矿主成矿期(131~110 Ma),与范宏瑞^[13]、胡芳芳等^[20]研究结论相一致。据张德全等^[21]测得区内邓格庄金矿绢英岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 115±9Ma,推测下卧龙金矿形成于胶东地区金矿成矿时

代的峰期(120 Ma左右)。

3.3 成矿物质来源

早白垩世岩石圈减薄,软流圈上涌,发生强烈的壳幔相互作用,壳幔物质大比例交换和混合^[22-24],分凝富金流体并驱动围岩中的流体循环,萃取壳源花岗岩及其他围岩(包括早前寒武纪变质岩系和早白垩世火成岩、沉积岩)中的成矿物质。

区域内邓格庄金矿床流体包裹体 He, Ar 同位素研究表明:R/R_a 值为 0.008 33~3.612,平均 1.400;⁴⁰Ar/³⁶Ar 值为 465.7~4 674.7;⁴H/⁴⁰Ar* 值为 0.36~1.36^[25];金青顶金矿黄铁矿流体包裹体 He, Ar 同位素特征的研究表明,³He/⁴He, ⁴⁰Ar/³⁶Ar 分别为 0.1~2.2 R_a(平均值 0.60 R_a), 462.7~1 507.5(平均值 831)^[26],二者同位素数据均显示成矿流体主要源自地壳,并与深部幔源流体发生了不同程度的混合,且上升过程中有少量大气降水加入。

4 找矿标志及方向

(1)NW 向地表细粒黑云二长花岗岩红化带为区域内最重要找矿标志。

(2)地貌标志及采矿遗迹。细粒花岗岩多形成正地形,分布于山脊处,民采遗迹亦是重要找矿标志之一。

(3)(2)号细粒花岗岩脉。(2)-1 号主矿体无构造或脉岩穿插破坏,沿倾向并未封,建议对其深部进行适当探矿工程控制,预测其深部有较好的找矿前景。另外(3)(4)号脉 55~59 线深部出现(10~35)×10⁻⁶的高品位矿体,其深部可继续追索。

(4)下卧龙金矿床与区域邓格庄、金青顶、西院下等大中型金矿均有明显不同,通过研究下卧龙金矿床,探讨矿床成因、总结成矿规律、建立找矿模型,加强昆崙山及周边细粒花岗岩出露区地质找矿工作。

5 结语

下卧龙金矿床为昆崙山地区首次发现的赋存于细粒花岗岩脉内的新类型金矿床,其特点为受构造控制不明显、岩石蚀变普遍较弱、载金矿物多样、矿体品位相对较高。主矿体及深部部分小矿体未封闭,仍具有一定的找矿空间。该矿床的发现对昆崙

山及周边地区地质找矿具一定指导意义。

参考文献:

- [1] 胡芳芳,范宏瑞,翟明国.胶东昆崙山地区铁镁质岩石成因:锆石 U-Pb 年代学、岩石地球化学与 Sr-Nd-Pb-Hf 同位素制约[J].矿物岩石地球化学通报,2008,27(zl):114-115.
- [2] 徐金方,沈步云,牛良柱,等.胶北地块与金矿有关的花岗岩类研究[J].山东地质,1989,5(2):1-25.
- [3] 徐洪林,张德全,孙桂英.胶东昆崙山花岗岩的特征、成因及其与金矿的关系[J].岩石矿物学杂志,1997,16(2):131-143.
- [4] Guo Jinghui, Chen Fukun, Wolfgang Siebel, et al. Melting of the once deeply subducted continental slab: revealed by SHRIMP zircon ages of post-collisional granites from the SuLu UHP zone, eastern China[J]. Terra Nova, 2003, in press.
- [5] 郭敬辉,陈福坤,张晓曼,等.苏鲁超高压带北部中生代岩浆侵入活动与同碰撞-碰撞后构造过程:锆石 U-Pb 年代学[J].岩石学,2005,21(4):1281-1301.
- [6] 胡芳芳.胶东昆崙山地区中生代构造体制转折期岩浆活动、成矿流体演化与金矿床成因[D].北京:中国科学院地质与地球物理研究所,2006:1-183.
- [7] 胡芳芳,范宏瑞,杨进辉,等.鲁东昆崙山地区官家辉长闪长岩成因:岩石地球化学、锆石 U-Pb 年代学与 Hf 同位素制约[J].岩石学报,2007,23(2):369-380.
- [8] 张增奇,张成基,王世进,等.山东省地层侵入岩构造单元划分对比意见[J].山东国土资源,2014,30(3):1-23.
- [9] 许顺山,吕古贤.米山断裂构造变形特征及其意义[J].地质找矿论丛,1997,12(3):50-57.
- [10] 王世进,万渝生,郭瑞朋,等.鲁东地区玲珑型(超单元)花岗岩的锆石 SHRIMP 定年[J].山东国土资源,2011,27(4):1-7.
- [11] 王世进,万渝生,宋志勇,等.鲁东文登地区文登型(超单元)花岗岩体的 SHRIMP 锆石年代学[J].山东国土资源,2012,28(2):1-10.
- [12] 嵯传源,李洪奎,于学峰,等.胶东地区与金矿成矿有关的中生代侵入岩岩石构造组合类型划分[J].山东国土资源,2014,30(6):1-8.
- [13] 范宏瑞,胡芳芳,杨进辉,等.胶东中生代构造体制转折过程中流体演化和金的大规模成矿[J].岩石学报,2005,21(5):1317-1328.
- [14] 李俊健,罗镇宽,刘晓阳,等.胶东中生代花岗岩及大型-超大型金矿床形成的地球动力学环境[J].矿床地质,2005,24(4):361-372.
- [15] 毛景文,张作衡,余立金,等.华北及临区中生代大规模成矿的地球动力学背景:从金属矿床年龄精测得到的启示[J].中国科学(D辑),2003,33(4):289-299.
- [16] 李洪奎,嵯传源,耿科,等.胶东金矿成矿构造背景讨论[J].山东国土资源,2012,28(1):5-13.
- [17] 许顺山,吕古贤.胶东东部米山断裂变形带应力应变分析及其控矿特征研究[J].矿产与地质,1997,11(4):259-265.
- [18] 李洪奎,时文革,李逸凡,等.山东胶东地区金矿成矿时代研究

- [J].黄金科学技术,2016,21(3):1-9.
- [19] 李洪奎,李逸凡,耿科,等.山东鲁东碰撞造山型金矿成矿作用探讨[J].大地构造与成矿学,2011,35(4):533-542.
- [20] 胡芳芳,范宏瑞,杨奎锋,等.胶东牟平邓格庄金矿床流体包裹体研究[J].岩石学报,2007,23(9):2155-2164.
- [21] 张德全,徐洪林,孙桂英.山东邓格庄金矿与昆嵛山花岗岩的定位时代及其地质意义[J].地质论评,1995,41(5):415-424.
- [22] Zhang HF, Sun M and Zhou XH. Mesozoic lithosphere destruction beneath the North China Craton: Evidence from major-trace-element and Sr-Nd-Pb isotope studies of Fangcheng basalts[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 2002, 144: 241-254.
- [23] 时伟.胶东金矿幔源成矿流体深部演化与深部找矿[J].山东国土资源,2015,31(10):12-16.
- [24] 翟明国,朱日祥,刘建明,等.华北东部中生代构造体制转折的关键时限[J].中国科学(D辑),2003,33(10):913-920.
- [25] 薛建玲,李胜荣,孙文燕,等.胶东邓格庄金矿床流体包裹体氮、氩同位素组成及其成矿物质来源示踪[J].吉林大学学报(地球科学版),2013,43(2):400-414.
- [26] 张运强,李胜荣,陈海燕,等.胶东金青顶金矿床成矿流体来源的黄铁矿微量元素及 He-Ar 同位素证据[J].中国地质,2012,39(1):195-204.

Geological Characteristics and Ore Prospecting Direction of A New Type Gold Deposit Hosted In Fine-grained Granite in Kunyushan Area in Shandong Province ——Setting Xiawolong Gold Deposit as an Example

LV Junyang¹, WANG Fujiang¹, HU Bingqian¹, WANG Xinran², ZHANG Peng¹, TENG Fei¹

(1. No.6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weihai 264209, China; 2. No. 8 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Rizhao 276826, China)

Abstract: Kunyushan Mountain locates between Muping fault and Mishan fault in eastern Jiaodong peninsula. It is the transitional belt of Sulu UHP metamorphic belt and Northern China Craton. Xiawolong gold deposit is located in the east part of Kunyushan granites and west of Mishan fault. Ore bodies are strictly controlled by fine-grained granite with the vein form. The dip and strike are consistent with the attitude of the hosting rocks. The surrounding rock is Guojiadian formation of Linglong unit. Ore minerals include pyrite, pyrrhotite, chalcopyrite and molybdenite and magnetite, while gold minerals are natural gold occurred as crystal fractured gold. Based the geological characteristics and the occurrence regularity, it is believed that favorable prospecting potential can be expected in the depth of (2)-1 orebody and surrounding areas. Xiawolong gold deposit, with its ore body hosted in fine-grained granite, is a new type gold deposit verified for the first time in this area. The characteristic of structural ore-control is not obvious and rock alteration is generally weak. Meanwhile, Au-carrier minerals are varied and gold grade is quite high. The discovery of Xiawolong gold deposit will provide some references for ore prospecting in Kunyushan Mountain and the surrounding areas.

Key words: Kunyushan granites; fine-grained granite; geological characteristics; Xiawolong gold deposit; Shandong province