

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2015.03.004

辽宁兴城元台子银铅锌多金属矿成矿条件及找矿前景

裴 蕾¹,王永春¹,方 磊²,刘思青^{3,4}

(1. 辽宁工程技术大学矿业学院,辽宁 阜新 123000;

2. 辽宁省核工业地质勘查院,沈阳 110000;

3. 中国科学院南海海洋研究所边缘海重点实验室,广州 510301;

4. 中国科学院大学,北京 100049)

摘要: 元台子银铅锌多金属矿位于兴城首山—大英昌—杨家杖子 NW 向断裂带与黑风山—梁家沟—季家沟 NE 向断裂带的交汇部位。银铅锌多金属矿体主要赋存于长城系常州沟组石英岩与燕山早期花岗岩的接触带中,矿体多呈似层状、脉状产出,为热液充填型矿床,成矿与断裂构造与岩浆热液的活动关系密切。该区成矿地质条件优越,是银、铜、钼、铅、锌等金属元素的富集区域,找矿潜力较大。

关键词: 元台子银铅锌多金属矿;断裂构造;燕山早期花岗岩;热液充填型;成矿条件;辽宁省

中图分类号: P612;P618.14 **文献标识码:** A

0 引言

兴城市元台子地区位于首山—大英昌—杨家杖子 NW 向断裂带与黑风山—梁家沟—季家沟 NE 向断裂带的交汇部位,五指山—虹螺山燕山期钼、铅、锌、金、铜成矿带中的八家子—杨家杖子钼、铅、锌成矿远景区(图 1)^[1-7]。该区具备良好的成矿地质条件,是银铅锌等多金属成矿的有利区段。自 20 世纪 60 年代至今,多家地勘单位曾对该区进行了不同比例尺、不同矿种的地质调查与矿产研究工作,发现多处多金属矿床(矿化点)。根据近几年对银铅锌多金属矿的普查,发现了相当规模的银铅锌等矿化。本文通过综合分析该区的成矿背景、地质特征、地球物理特征及成矿条件,认为该区是银铅锌多金属的重要富集区。

1 区域地质背景

兴城市元台子地区位于中朝准地台北缘、燕山台褶带东部、山海关古隆起与辽西古中台陷的接壤

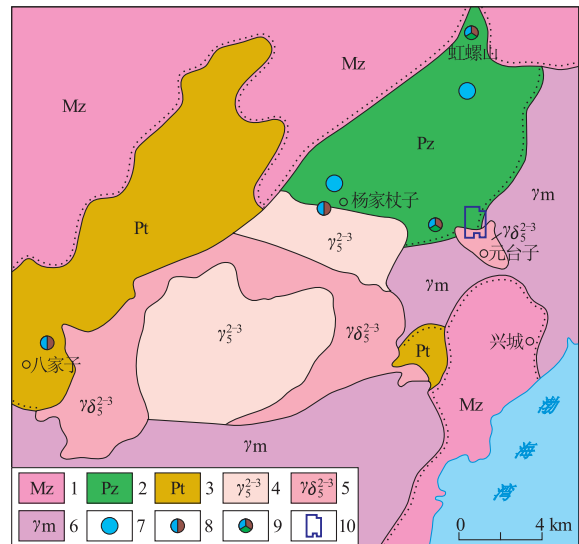


图 1 区域地质图

Fig. 1 Regional geological map

1. 中生界;2. 古生界;3. 元古界;4. 花岗岩;5. 花岗闪长岩;6. 混合花岗岩;7. 大型钼矿;8. 中型铅锌矿;9. 小型多金属矿;10. 工作区范围

部位(图 2)^[1-2]。区内出露地层主要有太古界建平群、中元古界长城系和蓟县系、新元古界青白口系景

收稿日期: 2014-06-20; 责任编辑: 赵庆

作者简介: 裴蕾(1989—),女,硕士研究生,矿产普查与勘探专业。通信地址:辽宁省阜新市,辽宁工程技术大学;邮政编码:123000;E-mail: polly9338@sina.com

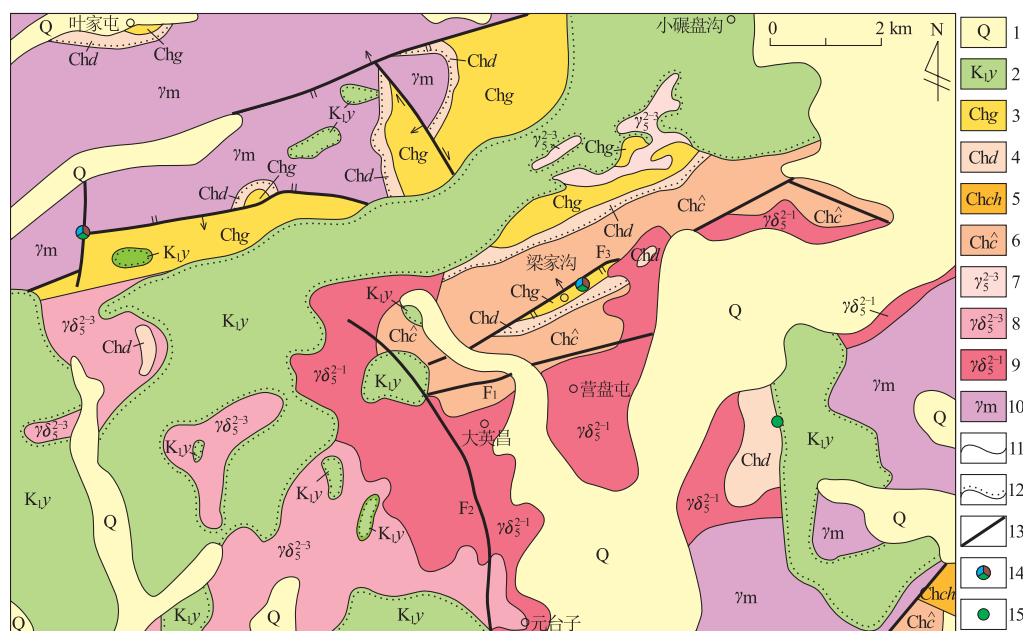


图2 元台子地区地质简图

Fig. 2 Geological sketch of Yuantaizi area

1. 第四系; 2. 白垩系义县组; 3. 长城系高于庄组; 4. 长城系大红峪组; 5. 长城系串岭沟组; 6. 长城系常州沟组;
7. 晚侏罗世黑云母花岗岩; 8. 晚侏罗世花岗闪长岩; 9. 中侏罗世花岗闪长岩; 10. 混合花岗岩; 11. 地质界线;
12. 不整合界线; 13. 断裂; 14. 小型多金属矿; 15. 铜矿; F₁. 锦西—郭家屯电压扭性断裂带; F₂. 首山—大英昌—杨家杖子断裂带; F₃. 黑风山—梁家沟—季家沟断裂带

儿峪组、古生界寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、中生界白垩系义县组。其中长城系可划分为常州沟组、串岭沟组、大红峪组、高于庄组,是区内主要的赋矿层位^[3]。

区域构造发育,以近 EW 向、NW 向、NE 向 3 组断裂为主。近 EW 向锦西—郭家屯电压扭性断裂形成于中元古代,控制了区域地质构造的演化;NW 向首山—大英昌—杨家杖子断裂与 NE 向断裂带交汇,控制了 420 铀矿床及其他多金属矿的空间展布;NE 向黑风山—梁家沟—季家沟断裂控制区域燕山期花岗岩体的侵入,与铀、铜、银、铅、锌、钼多金属成矿关系密切,是区域上主要的控矿断裂。

区内侵入岩主要有:燕山早期锦西岩体,岩性为花岗岩、花岗闪长岩,与银、铅、锌、铀、铜、铁等金属的矿化密切相关;燕山晚期杨家杖子岩体、白塔玉岩体,主要岩石类型为肉红色中粗粒花岗岩、细粒花岗岩、石英二长闪长玢岩,与钼、铅、锌、锰多金属矿产有关。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区出露地层较简单,除局部被第四系覆盖外,主要为中元古界长城系的常州沟组、串岭沟组、大红峪组和高于庄组(图 3)^①。

常州沟组(Chc)出露于矿区南部及中部,岩性分为 2 段:下段为灰白色石英砂岩夹条带状石英岩,与锦西岩体(花岗闪长岩)呈侵入接触,在接触带附近见有石英砂岩捕虏体;上段为杂色石英砂岩、长石石英砂岩与砂板岩互层。串岭沟组(Chch)出露于矿区北部,上部为含砾长石石英砂岩,下部为碳质板岩与石英细砂岩互层。大红峪组(Chd)出露于南部及北部,岩性为灰白色石英岩质巨砾岩、含砾石英砂岩。高于庄组(Chg)出露于中部及北部,下部为黑色板岩和含锰砂岩,上部为灰白色白云岩。

常州沟组岩层总体倾向 NNE,倾角 12°~35°;该组下部灰白色石英砂岩与燕山期花岗闪长岩侵入接触,与多金属矿化关系密切,在接触带附近可见似层状铅锌矿体。

表 1 锦西岩体部分微量元素平均值

Table 1 Geochemical characteristics of Jinxi rock body

岩性	B	Pb	Ga	Cr	Ni	Mo	V	Cu	Ag	Zn	Ti	Zr	Ce
花岗闪长岩	32	34	10	26	20	3.66	80	158	3.38	160	3400	140	200
维诺格拉多夫中性岩	15	15	20	50	55	0.9	100	35	0.07	72	8000	260	0

量的单位： $w_B/10^{-6}$ 。

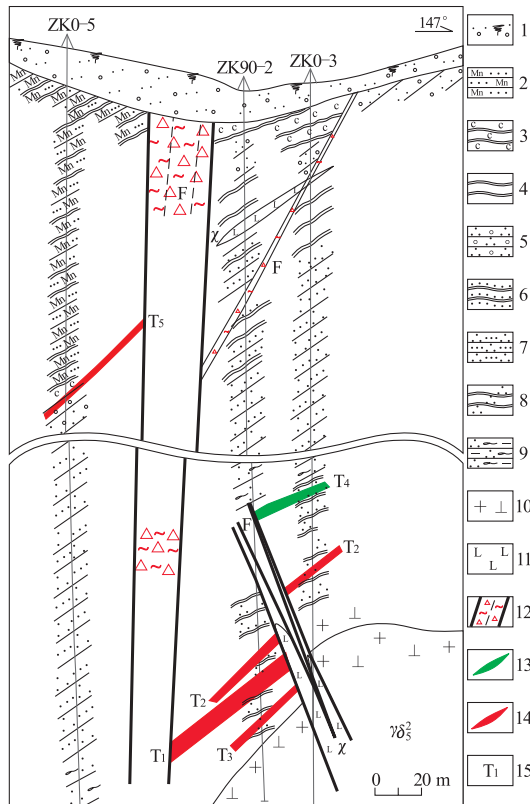


图 4 元台子银铅锌多金属矿 0 号勘探线剖面图

Fig. 4 Geologic section of the exploration line 0 in Yuantaizi polymetallic property

1. 坡积物;2. 含锰砂岩;3. 碳质板岩;4. 硅质板岩;5. 石英岩质巨砾岩;6. 砂质板岩;7. 石英砂岩;8. 石英岩;9. 黑云母条带石英岩;10. 花岗闪长岩;11. 煌斑岩;12. 构造挤压破碎带;13. 铜、银工业矿体;14. 铅、锌、银工业矿体;15. 矿体编号

平均品位 0.97%。银铜矿体及钼矿体则赋存于常州沟组石英岩中及接触带内侧的花岗岩中,长度约几十米,厚度较薄,呈裂隙充填的细脉状,产状较陡,矿体变化较大。矿体主要赋存于 100~—400 m 标高,在标高—100~—400 m 之间发育相对集中,并且具有明显的分带规律,银铅锌主矿体(T_1)顺层分布于常州沟组石英岩中,其他矿体与主矿体近平行分布;其上依次为银矿体 1 号(T_2)及银铜矿体 1 号(T_4)矿带;下伏银矿体 2 号(T_3)及钼矿体(T_{Mo1} , T_{Mo2})矿带。

2.4.2 矿石特征

矿区内矿石以银铅锌矿石、银铜矿石和钼矿石

为主。矿石结构主要为细粒状结构,团块状、细脉浸染状构造。

银铜矿石金属矿物主要有黄铜矿、黄铁矿、含银黝铜矿等,脉石矿物主要为石英、长石、少量绿泥石及绿帘石等。矿石中有用组分为铜、银,少量铅,矿石品位平均值 $w(Cu)=0.85\%$, $w(Ag)=138.41\times 10^{-6}$ 。

银铅锌矿石的金属矿物以方铅矿、闪锌矿为主,其次为黄铁矿、辉银矿等,脉石矿物有石英、黑云母、绿泥石等。矿石中有用组分为铅、锌、银,矿石品位平均值 $w(Pb)=0.20\%$, $w(Zn)=1.21\%$, $w(Ag)=116.8\times 10^{-6}$ 。

钼矿石的金属矿物主要有黄铜矿、黄铁矿、辉银矿、辉钼矿等,脉石矿物主要为石英、长石、黑云母,少量绿泥石及绿帘石等。矿石中有用组分为铅、铜、银、钼,矿石品位平均值 $w(Pb)=0.22\%$, $w(Cu)=0.293\%$, $w(Ag)=27\times 10^{-6}$, $w(Mo)=0.068\%$ 。

2.5 围岩蚀变特征

矿区内燕山早期岩浆热液活动十分强烈,导致围岩蚀变较强烈,且靠近矿体蚀变逐渐加强,远离矿体则蚀变减弱。主要蚀变类型有硅化、黄铁矿化、褐铁矿化、黄铜矿化、绿帘石化、绿泥石化、碳酸盐化等。

上述蚀变在垂向上略有分带现象,总体上为黄铁矿化、褐铁矿化及黄铜矿化蚀变带,其上叠加硅化蚀变,该带与多金属矿体在空间关系上最为密切;该带上部覆盖绿泥石化和碳酸盐化蚀变,主要分布于石英砂岩中;绿帘石化则分布于黄铁矿化蚀变带下部的花岗闪长岩体内。

3 成矿条件及找矿方向

3.1 成矿条件

3.1.1 地层和岩性条件

地层是矿化的载体,与成矿关系密切。地层不仅为成矿提供了部分物质来源,而且特定的岩性组合有利于矿体的形成。元台子地区银铅锌多金属矿脉多产于长城系常州沟组白色石英砂岩中,尤其在

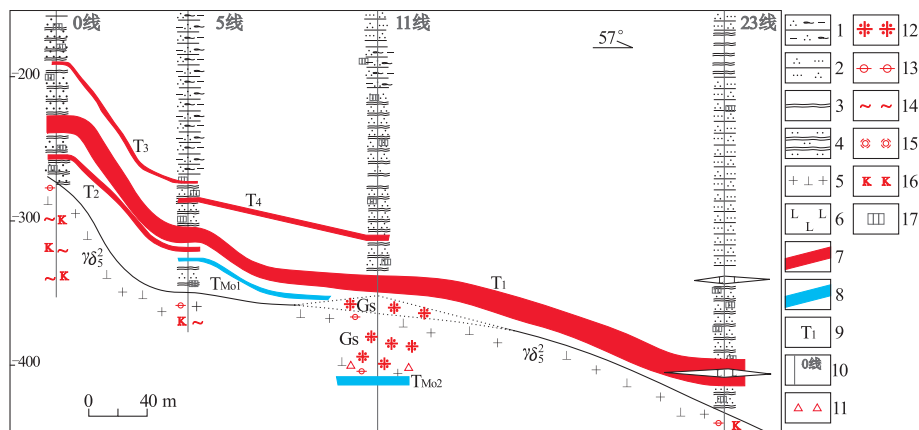


图5 元台子银铅锌多金属矿矿体纵剖面图(局部)

Fig. 5 Longitudinal section of ore bodies, Yuantaizi Silver, Lead and Zinc deposit

1. 黑云母条带石英岩; 2. 变质石英砂岩; 3. 硅质板岩; 4. 石英岩; 5. 花岗闪长岩; 6. 煌斑岩; 7. 铅锌银矿体; 8. 钼矿体; 9. 矿体编号; 10. 勘探线及编号; 11. 角砾岩化; 12. 云英岩化; 13. 绿帘石化; 14. 绿泥石化; 15. 硅化; 16. 钾长石化; 17. 黄铁矿化

与燕山期花岗闪长岩体的接触部位是重要的成矿部位。经过多期次的构造活动,岩石具有不同程度的破碎,加之后期岩浆热液的影响,长城系岩石中的Ag, Cu, Mo, Pb, Zn等多金属元素活化富集。因此,区内长城系作为有利成矿的地层单元,石英砂岩则是银铅锌多金属矿的主要赋矿岩性^[5]。

3.1.2 构造条件

大断裂经常成为岩浆和成矿流体运移的通道和汇聚的场所,而断裂的多期活动叠加复合部位,岩石圈物质更易遭到强烈的改造和重组,同时岩石破碎程度和渗透性增大,有利于矿化叠加富集(刘家远等,2007)。矿区内处于大断裂发育地带,形成于元古代,燕山早期再次活动,利于矿床的形成与空间展布,同时控制了矿体的形态和产状^[5,10-14]。如张扭性的黑风山—梁家沟—季家沟断裂和压扭性的锦西—郭家屯断裂均为深大断裂(图2),均具有多期活动特征,是良好的导矿构造;而2条主断裂的次级断裂控制着矿体的分布,是良好的容矿构造。

构造强度与矿化强度往往呈正相关关系,这是由断裂破碎带的高渗透性和控矿性所决定的(朱永峰,2004)。首山—大英昌—杨家杖子NW向断裂带与黑风山—梁家沟—季家沟NE向断裂带的交汇部位岩石碎裂程度较大,渗透性极高,矿化程度强,是铅锌矿体成矿的有利部位。

3.1.3 岩浆岩条件

岩浆活动是地壳运动的主要形式之一,内生矿床的形成和分布多与岩浆活动有关。燕山早期的岩

浆活动为本区成矿提供了成矿热源及部分成矿物质,后期的岩浆热液上行迁移,萃取围岩中的银铅锌等成矿元素并进入成矿热液。含矿热液与围岩持续发生水/岩作用,金属元素不断富集,最终在有利的部位沉淀富集,形成银铅锌等多金属矿(化)体。

矿区及附近区域花岗岩、花岗闪长岩发育,多为燕山早期侵位,分布在矿区南部和西部的侵入岩体(锦西岩体和三合岩体)与矿化密切伴生,矿化蚀变强烈,区域范围酸性岩脉也很发育,并且对矿床的形成具有明显的控制作用^[15-18]。

3.2 找矿方向

元台子地区处于五指山—虹螺山钼、铅、锌、金、铜成矿带中,区内银铅锌矿床受长城系特定层位和岩性、NW向与NE向断裂交汇部位、NE向深大断裂的次级断裂、燕山早期中酸性侵入岩的多重控制,矿化相对集中,具有良好的成矿地质条件,找矿前景良好。在成矿预测时,主要考虑了以下3个因素。

3.2.1 激电中梯测量结果

矿区采用激电中梯法完成了对电阻率和极化率的测量及分析工作,结果发现梁家沟地堑NE向F₇断裂南侧分布有3条较为明显的低阻高极化率异常带(I, II, III),呈带状近EW向展布(图6)^②。研究表明,矿区低阻高极化异常是由细脉浸染状和团块状的黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、辉钼矿等金属硫化物引起的^[8-9]。高极化率与岩石中硫化物富集有关,是寻找隐伏矿体的有效依据。据此推断,矿区内F₅断裂的北部、F₇断裂的南部及梁家沟地堑附近地段

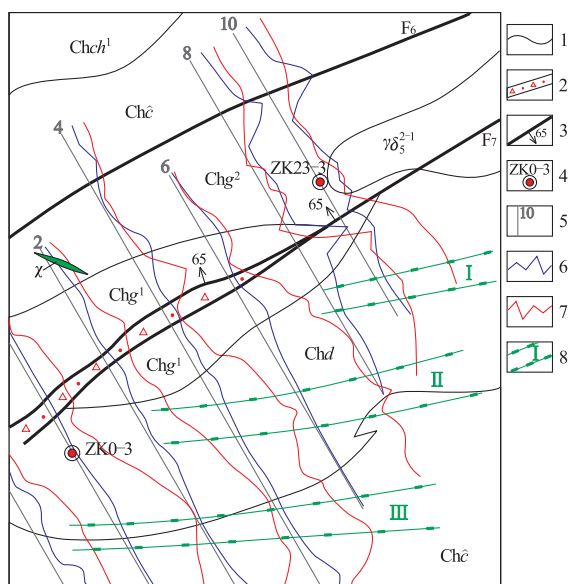


图 6 元台子矿区激电中梯测量平剖图(局部)^②

Fig. 6 Diagram showing results of IP intermediate gradient survey in the Yuantaizi area

1. 地质界线; 2. 构造破碎带; 3. 断裂; 4. 钻孔及编号; 5. 物探剖面线及编号; 6. 视电阻率曲线; 7. 视极化率曲线; 8. 推测低阻高极化率异常带及编号

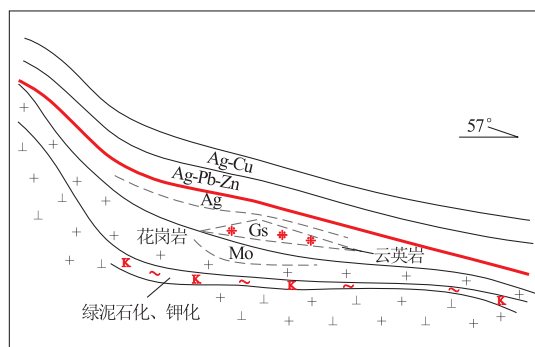


图 7 深部花岗岩顶面形态及矿化-蚀变关系示意图

Fig. 7 Sketch showing top curve of deep granite

是有利的成矿部位,极具找矿潜力(图 3)。

3.2.2 构造控矿特点

区内断裂构造发育,燕山期的 NE 向 F_6 , F_7 断裂和 NEE 向 F_5 断裂是主要的控矿构造,应将这几条断裂作为进一步找矿的重点,如 F_6 断裂西段的磨盘山花岗岩一带、矿区以西的次级断裂 F_9 , F_{10} 附近具有较好的找矿前景。

元台子矿区地质资料表明,矿区以西地区处于首山—大英昌—杨家杖子与黑风山—梁家沟—季家沟断裂带的交汇部位,花岗岩体及岩石中的裂隙带均比较发育,围岩中多有蚀变现象,局部地段有多金

属矿化和铀矿床,具备形成多金属矿体的地质条件。所以,矿区以西的三合水库一带适宜开展银铅锌多金属找矿工作。

3.2.3 深部花岗岩接触带的成矿潜力

区内梁家沟地堑的西段花岗岩体的埋深较小,而东段花岗岩的埋深较大(图 7),这与本区矿体的走向相一致,即区内主矿体自西向东埋深由小变大。由于燕山早期岩浆热液的活动,花岗岩接触带的围岩蚀变较为强烈,与矿化强度密切相关。

经过对 0 号、5 号、11 号、23 号勘探线典型矿体分布的情况统计,以及对矿体倾伏规律和时空结构的研究,结合深部花岗岩侵入体分布特征(图 7),沿 F_7 走向(NEE 向)银铅锌多金属矿体具有较大的延展空间,尤其在常州沟组与花岗岩接触带分布相对集中,矿体分带规律明显。因此,对断裂 F_6 和 F_7 东段的深部及岩浆侵入体接触带投入勘查工作,将会有较大的突破。

4 结论

元台子银铅锌多金属矿床属于热液充填型,具有良好的成矿条件。金属矿化与主断裂带多期活动及燕山期岩浆热液活动密切相关,根据矿区成矿地质特征与成矿条件分析,认为大型断裂破碎蚀变带、常州沟组地层与花岗岩体的接触带是较好的成矿部位,矿区周边的磨盘山、东盘山、梁家沟和 420 矿床等地段是比较理想的成矿远景区。

注释:

- ① 辽宁省核工业地质局二四二大队. 辽宁省兴城市元台子乡营盘屯地区银及多金属普查报告.
- ② 辽宁省核工业地质局二四二大队. 辽宁省兴城市元台子乡营盘屯地区银及多金属普查音频大地电磁测量报告.

参考文献:

- [1] 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [2] 陈维甫,吴玉诗,李铸泰,等. 辽宁兴城碱厂一带金、多金属成矿地质特征及找矿前景[J]. 吉林地质,2011,30(2):46-51.
- [3] 杨占兴. 辽宁省成矿系列与成矿区带研究[D]. 北京:中国地质大学,2006.
- [4] 张秋生. 辽东半岛早期地壳与矿床[M]. 北京:地质出版社,1988.
- [5] 杨占兴,田立臣. 辽宁省铅锌矿床成矿作用研究[J]. 辽宁地质,1998(1):1-19.

- [6] 翟裕生. 成矿系列研究[M]. 中国地质大学出版社, 1996.
- [7] 宋叔和, 康永孚, 郑直, 等. 中国矿床[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [8] 刘家远, 单娜琳, 钱建平, 等. 隐伏矿床预测的理论和方法[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2006.
- [9] 李延民. 高密度激电测深方法在银多金属矿的应用效果[J]. 科协论坛, 2010(5)下: 78-79.
- [10] 董耀松, 杨言辰. 裂谷演化对铅锌矿成矿作用的影响: 以辽吉裂谷为例[J]. 地质找矿论丛, 2006, 21(1): 19-22.
- [11] 王国君, 于立红, 张秀敏, 等. 辽宁省本溪县翟家堡子铅锌银矿床地质特征[J]. 有色矿冶, 2009, 25(3): 8-10.
- [12] 魏有惠, 闫志强, 马跃民. 辽宁高家岭多金属矿地质特征及找矿标志[J]. 有色金属: 矿山部分, 2013, 65(2): 39-43.
- [13] 骆辉, 李俊建. 辽东裂谷 Au、Ag、Pb、Zn、Cu、Co 金属矿床地质特征和成矿条件[J]. 前寒武纪研究进展, 2002, 25(3/4): 240-245.
- [14] 王魁元, 赵彦明, 曹秀兰. 华北陆台北缘元古宙典型铅锌矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 1994.
- [15] 种瑞元. 辽西南部中生代花岗岩类地球化学特征与成矿关系[J]. 岩石学报, 1990, 6(3): 12-23.
- [16] 李安石, 李星云. 辽宁省侵入岩与成矿[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [17] 范永香, 阳正熙. 成矿规律与成矿预测[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2003.
- [18] 吴福元, 杨进辉, 柳小明. 辽东半岛中生代花岗岩岩浆作用的年代学格架[J]. 高校地质学报, 2005, 11(3): 305-317.

Metallogenic conditions and prospecting potential of the Yuantaizi Ag-Pn-Zn polymetallic deposit in Xingcheng county, Liaoning province

PEI Lei¹, WANG Yongchun¹, FANG Lei², LIU Siqing^{3,4}

(1. College of Mining, Liaoning Technology University, Fuxin 123000, China; 2. Liaoning Nuclear Industry Geological Prospecting Institute, Shenyang 110000, China; 3. Key Laboratory of Marginal Sea Geology, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The Yuantaizi Ag-Pn-Zn polymetallic deposit is located at the intersection of NW Shoushan Mountain-Dayingchang-Yangjiazhangzi fault zone and NE Heifengshan Mountain-Liangjiagou-Jijiagou fault zone in Xingcheng county. Genetically, it is a hydrothermal filling deposit and ore bodies are layeroid or vein like. On basis of the geological characteristics and geophysical analysis are elaborated metallogenic condition and prospecting potential in the area. Ore bodies occur mainly in the contact of quartzite in Changzhougou formation of Changcheng system and the Early Yanshanian granite intrusion and are closely related to the multiple tectonic activities of the main fault zone and magmatic hydrothermal activities. The metallogenic geological conditions are superior and Ag, Cu, Pb, Zn etc. are concentrated thus here is potential for further prospecting.

Key Words: Yuantaizi Ag-Pn-Zn polymetallic ore; fault structure; Early Yanshanian granite intrusion; hydrothermal filling type; metallogenic geological condition; Liaoning province