

doi: 10.6053/j.issn.1001-1412.2015.02.004

# 泰安—莱芜地区幔枝构造与 铁金铜矿床成矿潜力

宗信德, 石周清, 彭超, 杨东, 耿文涛, 田忠平, 王航

(山东钰锆地质资源勘查开发有限责任公司, 山东泰安 271000)

**摘要:** 泰莱幔枝构造包括幔枝核部(岩浆-变质杂岩)、外围沉积盖层中的拆离滑脱构造和上部幔枝上叠构造三部分构成。认为泰安—莱芜地区铁金铜矿找矿突破很大可能在泰莱幔枝滑脱层构造中,也可能是寒武系、奥陶系中的隐爆角砾岩型金矿或夕卡岩型金矿;崮峪岩体近EW向与近SN向交汇处为含矿流体活动主通道,EW向构造成铁矿,崮峪岩体深部可能有大规模铁矿;NNW向构造成金矿,崮峪岩体中部深处可能有富金矿。

**关键词:** 幔枝构造;构造控矿;成矿潜力;泰安—莱芜地区;山东省

**中图分类号:** P541;P612 **文献标识码:** A

## 0 引言

幔枝构造为地幔热柱多级演化中的第三级构造<sup>[1]</sup>。幔枝构造一般由核部岩浆-变质杂岩、外围拆离滑脱层、上叠断陷火山-沉积盆地三个地质单元组成,它们一起构成相互关联的统一整体<sup>[2]</sup>。幔枝构造往往发育一套独特的断裂构造体系,也是幔枝构造成矿控矿的主要场所:幔枝核(轴)部构造主要为脆韧性-韧脆性剪切带,或以叠加断裂构造为主。这主要与岩浆-变质杂岩形成环境有关,可分为轴部韧脆性剪切带、次级韧脆性剪切带、岩体环状及放射状断裂构造等;幔枝构造外围拆离滑脱层中往往发育几组断裂构造:主拆离滑脱带、次级拆离滑脱带、反向铲状断层及横张断裂等;在幔枝隆升过程中叠加在不同构造单元之上的断陷火山-沉积盆地及与次火山斑岩岩体、玢岩岩体等有关的次火山机构断裂体系。这些断裂构造往往成为晚期含矿流体活动的通道和储集场所,是有利的控矿构造空间<sup>[1]</sup>。

泰安—莱芜地区(以下简称泰莱地区)包括西自

泰安市区、东至莱芜市辛庄一带的广大地域,包括了传统地质构造上的泰莱凹陷、泰山凸起、新甫山凸起和部分沂山凸起4个V级构造单元(图1)。泰莱凹陷北部的泰山凸起,南部的新甫山凸起,东部的沂山凸起由基底岩浆-变质杂岩(包括太古界泰山岩群、TTG岩系和元古代造山花岗岩)构成;基底之上为古生代沉积盖层,包括寒武系长清群、九龙群,寒武-奥陶系三山子组和中奥陶统马家沟组;寒武系与太古宇之间为不整合接触;在盖层的最上部是呈近EW向弧形断陷中的中生代火山沉积岩系。

泰莱地区属于鲁西幔枝构造<sup>[3]</sup>的一部分,即泰莱幔枝构造,它集中反映了鲁西幔枝构造的主要特征。泰山凸起、新甫山凸起、沂山凸起中的基底岩浆-变质杂岩,包括太古界泰山岩群、TTG岩系和元古代造山花岗岩为幔枝核部或轴部;古生代沉积盖层,包括寒武系长清群、九龙群,寒武-奥陶系三山子组和中奥陶统马家沟组,为幔枝外围拆离滑脱层;寒武系与太古宇不整合面,为滑脱构造;呈近EW向弧形分布的中生代断陷火山沉积盆地——泰莱凹陷为幔枝上叠构造。

泰莱地区同华北地区一样,大部分金银多金属、

收稿日期: 2014-09-16; 改回日期: 2015-03-05; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 泰安市下港—放城金铁成矿带调查评价项目(编号:SDYDZB2011010)资助。

作者简介: 宗信德(1940—),男,高级工程师,长期从事金属矿产勘查及综合研究工作。通信地址:山东省泰安市东岳大街136-4号,山东钰锆地质资源勘查开发有限责任公司;邮政编码:271000;E-mail: Z1340179061@163.com

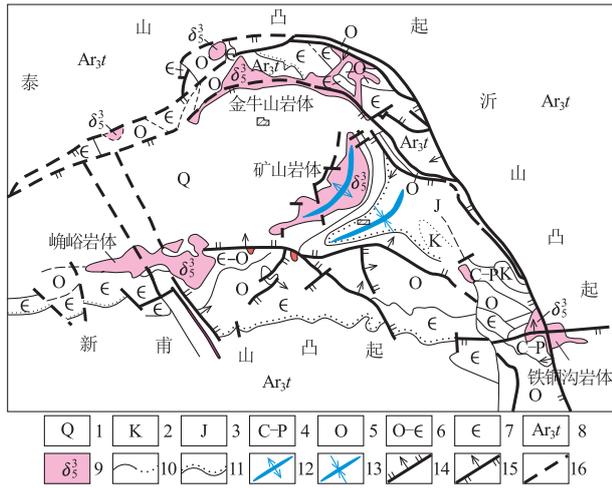


图 1 泰莱地区地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Taian-Laiwu area

- 1. 第四系; 2. 白垩系; 3. 侏罗系; 4. 石炭-二叠系; 5. 奥陶系; 6. 奥陶-寒武系; 7. 寒武系; 8. 泰山岩群; 9. 燕山期闪长岩; 10. 实测/推测地质界线; 11. 不整合地质界线; 12. 背斜; 13. 向斜; 14. 正断层; 15. 逆断层; 16. 推测隐伏断层

铜铁成矿区带与幔枝构造有关,鲁西幔枝构造不仅沟通了深部矿质来源的通道,形成铁金铜等内生金属矿产,而且幔枝构造的隆升作用把深部矿床抬到近地表<sup>[4]</sup>。但与胶东地区相比,鲁西剥蚀尚浅,现已发现开采的金矿多为矿头,深部仍具有很大的找矿前景<sup>[3]</sup>。因此,对泰莱幔枝构造的研究有重要的找矿意义。

## 1 泰莱地区的中生代幔枝构造

杨文采等<sup>[5]</sup>利用天然地震的 S 波地震层析成像

研究表明,华北东部存在两条上地幔破碎带,其中一条出现在苏鲁超高压变质带下方;在渤海湾地区发育地幔热羽柱体系(图 2)。图 2 中在郯庐断裂的深部出现明显的上地幔隆起。

朱介寿等<sup>[6]</sup>认为鲁西在内的东北、华北地区是东亚巨型上地幔低速带的组成部分。这个低速带中的岩石圈厚度为 60~80 km,具有极低速的软流圈,上地幔的上升热流构成了热室效应,这个巨型低速带与大西洋中脊地球物理特征具有一定相似性,而它产于大陆地区,故被称为东西巨型裂谷系。

泰莱地区位于郯庐断裂的西侧,是中生代鲁西幔枝构造的核心部分(图 3)。

### 1.1 EW 向构造带(凸起与凹陷过渡带)形成

对区内的区域变质作用演化研究表明,鲁西地区发生过 4 次构造运动。 $D_1$  期是本区最主要的构造运动,它构成了基底岩石的基本构造形态,具塑性剪切变形特点。 $D_2$  期主要发生在西南峪—柳杭一带,形成从东到西几条 NNW-SSE 向韧性剪切带,并叠加在  $D_1$  之上。 $D_3$  期叠加在  $D_2$  期韧性剪切带上,表现为在已有的韧性剪切带岩石之上叠加的扭性揉皱,压扭性揉皱方向与  $D_1$  期片理面大致呈  $10^\circ \sim 30^\circ$  的夹角;吕梁运动钾质花岗岩侵入体及其韧性剪切事件之后,地壳固化,进入地台发展阶段。 $D_4$  期发生在沉积盖层之后,由于近地表,变形特点以脆性为主,一系列断裂构造的结果将太古宇切割成一系列凸起和凹陷断块,形成凸起与凹陷的过渡带(EW 向构造带)。

### 1.2 郯庐断裂带派生断裂

据花林宝等研究资料<sup>[8]</sup>,郯庐断裂带是我国东部 NNE 向岩石圈深大断裂,断裂带及其邻区是构造

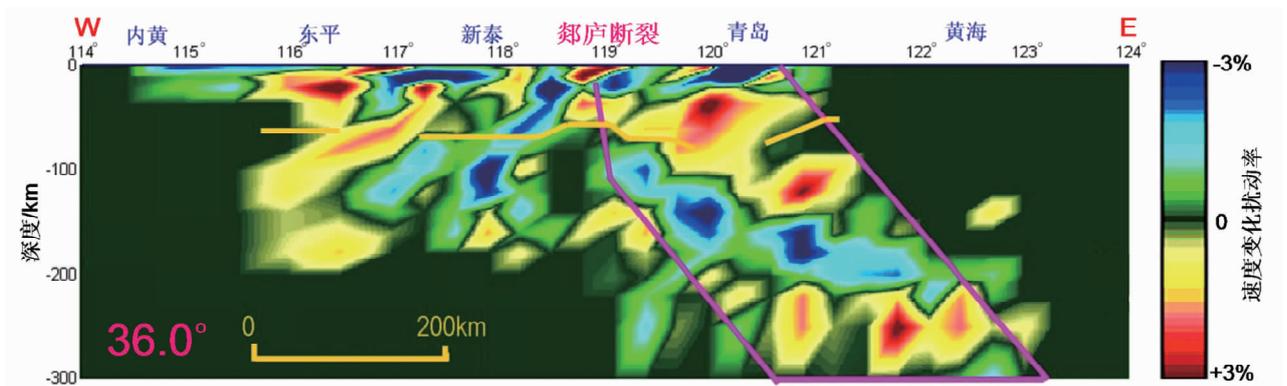


图 2 东西向高分辨率 S 波速成像剖面(据文献[5],修改)

Fig. 2 Profile of wave S velocity under the high resolution

黄色水平线注记岩石圈底界,玫瑰红线指示上地幔破碎带位置

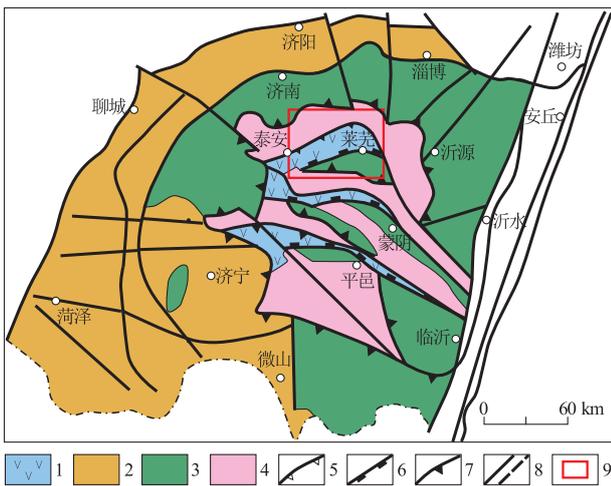


图3 鲁西中生代幔枝构造简图(据文献[2],略有修改)  
Fig. 3 Sketch of Mesozoic mantle plume branch in west shandong province

1. 中生代断陷火山-沉积盆地沉积岩系;
2. 晚古生代沉积岩系;
3. 早古生代拆离滑脱层;
4. 核部岩浆-变质杂岩;
5. 反向铲状断层;
6. 次级拆离滑脱带;
7. 主拆离滑脱带;
8. 实测及推测断裂;
9. 泰莱地区范围

脆弱地带,形成著名的胶东金矿集区、鲁西铁金矿集区。胶东金矿集区、鲁西铁金矿集区分布在郯庐断裂带山东段的东、西两侧,由于两侧的断裂构造型式有明显的差异,东侧的胶东金矿成矿以 NE 向断裂为主,而西侧的鲁西铁金矿成矿以 NW 向、NNW 向断裂为主。据此推测西部的 NNW 向断裂,研究区的祝阳—唐庄断裂和抬头—崮峪断裂也属郯庐断裂带的派生断裂,对成矿有利。

### 1.3 NNW 向陡倾韧性剪切带或脆性断裂活动

侏罗纪末期,泰莱地区至少产生 2 组 NNW 向陡倾韧性剪切带或脆性断裂(图 4)。一组为东部的 NNW 向铜冶店—孙祖断裂<sup>[9]</sup>及其韧性剪切带,另一组是西部的二虎官庄—永丰庄韧性剪切带及其隐伏的 2 条 NNW 向断裂<sup>①</sup>。

#### 1.3.1 铜冶店—孙祖断裂

铜冶店—孙祖断裂北起莱芜北栾宫,与黑虎泉—狼山断裂相接,往南经莱芜龙磨角、铜冶店、百咀红、丈八丘,至蒙阴土门、莫庄、九寨、代庄,至沂南孙祖,全长约 160 km,工作区内长约 45 km。断裂走向 320°,倾向 SW,倾角 60°~80°,断裂带宽 10~100 m,带内构造角砾岩、挤压劈理带、扁豆体、断层泥发育,断裂具有清楚、强烈的压扭性特征。根据大的构造带从地表至地下依次表现形式,深部应为脆脆性和韧性变形构造带<sup>[10]</sup>。

#### 1.3.2 NNW 向隐伏断裂

(1)祝阳—唐庄断裂。祝阳以北部分和唐庄以南部分断裂为实际出露,祝阳—唐庄间为第四系覆盖。唐庄向南为化马湾—谢家庄断裂,分布于化马湾—谢家庄间,它使望府山单元条带状细粒黑云英云闪长岩与李家庄单元片麻状中细粒黑云英云闪长岩断层接触,此段长约 18 km,走向 330°,北部倾向 W,倾角 69°~75°,而南部则近于直立。

(2)抬头—崮峪断裂与崮峪—裴家庄断裂、纸坊—永丰庄—南洋流断裂。抬头—崮峪断裂在秋林西北 4 km 出露,秋林经抬头至崮峪为第四系覆盖;崮峪—南崮峪间为崮峪岩体,断裂长约 23 km,走向 330°,倾向 NEE,倾角 78°。崮峪—裴家庄断裂分布于南崮峪以南至裴家庄村北,延长 11 km,断裂使北部泰山岩群柳杭组与寒武系长清群、九龙群断层接触,使南部泰山岩群柳杭组与山草峪组断层接触。纸坊—永丰庄—南洋流断裂为崮峪—裴家庄断裂在纸坊分支断裂,其走向 330°,倾向 NEE,倾角 75°,长 19 km,为富山倒转向斜西界,它使泰山岩群柳杭组与望府山单元条带状细粒黑云英云闪长岩断层接触;断裂北部近崮峪岩体部位收敛,南部撒开。

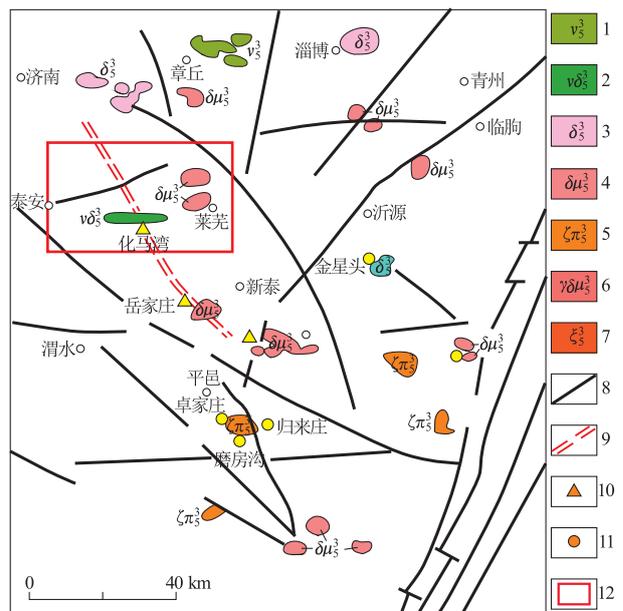


图4 鲁西燕山期侵入岩及金矿分布简图  
(据文献[2],略有修改)

- Fig. 4 Map showing distribution of Yanshanian intrusive rocks and gold deposits in west shandong area
1. 辉长岩;
  2. 辉石闪长岩;
  3. 闪长岩;
  4. 闪长玢岩;
  5. 正长斑岩;
  6. 花岗闪长玢岩;
  7. 正长岩;
  8. 断裂;
  9. 韧性剪切带;
  10. 韧性剪切带型金矿;
  11. 外围拆离滑脱层型金矿;
  12. 泰莱凹陷区

### 1.4 燕山运动形成幔枝构造

燕山运动以来,鲁西地区持续活动的 NNW 向陡倾韧性剪切带切割了深部华北地幔亚热柱向外拆离的地幔岩,使其减压释荷形成深熔岩浆,并沿韧剪带上侵,甚至通过浅部脆性断裂直达地表,导致火山喷发、多期次岩浆侵入活动。与此同时,鲁西地区进入强烈的幔枝构造活动期,使核部(泰莱地区)基底强烈隆升,盖层大幅度向外拆离滑脱,形成典型的鲁西幔枝构造<sup>[3]</sup>。

在上叠构造盆地(泰莱凹陷)边缘有 4 大岩体,以矿山岩体规模最大。根据铁矿体、铜钴金分布特征,矿山岩体南东翼是含矿流体活动的主通道及热源释放系统。另据 4 大岩体分布、平面走势、剖面形态和区域重力资料综合分析,除铁铜沟岩体外,矿山岩体南端与崮峪岩体东端相连,北端与金牛山岩体东端相连,即矿山岩体、崮峪岩体、金牛山岩体的深部可能相连<sup>①</sup>。

隐伏的两条 NNW 向断裂综合对比分析也反映两断裂之间应是含矿流体活动的主通道及热源释放系统,也应有隐伏的岩体存在,且与金牛山岩体、崮峪岩体相连,从而形成了三岩体深部联通、并与 NNW 向隐伏岩体可能联通的“D”字型岩体分布格局(图 1)。

## 2 幔枝构造成矿分析

### 2.1 幔枝构造成矿

#### 2.1.1 幔枝上叠构造成矿(Fe,Cu,Co,Au)

(1)接触交代-热液铁矿。接触交代-热液铁矿分布在幔枝上叠构造的泰莱凹陷中,凹陷边缘的崮峪岩体、矿山岩体、金牛山岩体和铁铜沟岩体为燕山晚期中基性、中酸性闪长岩类岩体,它与围岩碳酸盐类岩石接触交代形成崮峪矿田、矿山矿田、金牛山矿田和铁铜沟矿田相关的铁(铜、金)矿床,称之为莱芜接触交代-热液铁矿<sup>①</sup>。其中,矿山矿田矿床规模最大的(图 5),已查明 16 处矿床,占 4 个矿田资源储量的 98.61%;崮峪矿田、金牛山矿田、铁铜沟矿田矿床规模较小。

(2)铁矿中伴生铜、钴、金。矿山矿田铁矿床中伴生铜、钴,其中张家洼 3 处铁矿床伴生铜金属资源储量数十万吨,钴金属资源储量数万吨。伴生铜最高品位为马庄矿床  $w(\text{Cu})=5.51\%$ ,港里 III 矿床

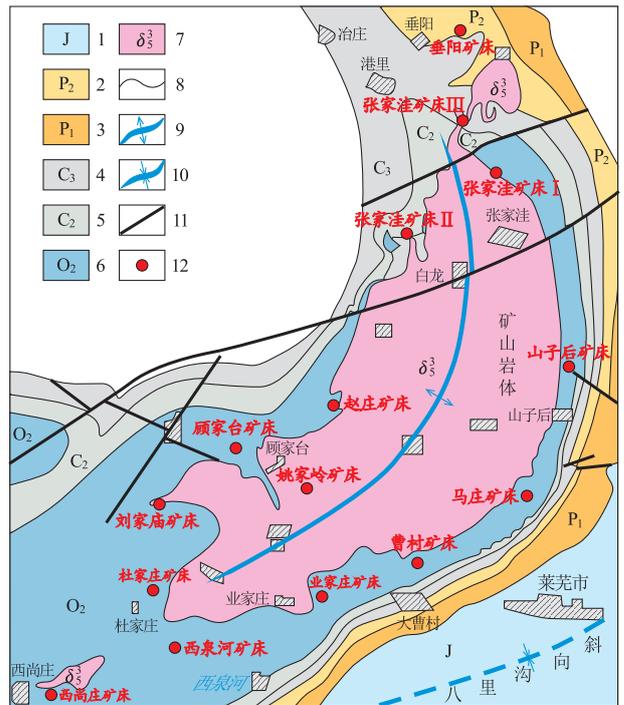


图 5 莱芜矿山矿田区基岩地质略图

Fig. 5 Geological map of bed rock in Laiwu ore field

- 1. 侏罗系; 2. 上二叠统; 3. 下二叠统; 4. 上石炭统; 5. 中石炭统;
- 6. 中奥陶统; 7. 晚燕山期闪长岩; 8. 地质界线; 9. 背斜; 10. 向斜;
- 11. 断裂; 12. 矿床(点)

(Cu) = 2.991%, 曹村矿床  $w(\text{Cu})=2.495\%$ ; 伴生钴最高品位为港里 III 矿床  $w(\text{Co})=0.26\%$ 。在张家洼 I、小官庄 II、港里 III、马庄矿床中,铁矿石中  $w(\text{Cu})\geq 0.2\%$ , 伴生的金可以  $w(\text{Au})\geq 0.3\times 10^{-6}$  圈定金矿体,金平均品位  $w(\text{Au})=0.877\times 10^{-6}$ , 伴生金资源量达数十吨。

#### 2.1.2 幔枝外围拆离滑脱层构造成矿(Cu,Pb,Zn,Ag,Mo)

(1)莱芜铜冶店铜矿床。矿区紧靠铜冶店—孙祖断裂,矿体赋存于寒武系长清群馒头组下页岩段和洪河砂岩段下页岩段含铜粉质砂岩、页岩中,顶底板为泥质白云岩,有 I, II, V 三层矿体,矿体呈层状,走向 70°,倾向 NNW,倾角 15°~25°。矿石金属矿物为黄铜矿、黄铁矿,次为辉铜矿、铜蓝,多呈细脉状或浸染状分布于岩石节理裂隙或方解石、菱铁矿、石英脉中,呈网格状构造。铜冶店铜矿床属于似层状热液交代型铜矿<sup>[11]</sup>;已查明铜金属资源量数万吨,铜平均品位  $w(\text{Cu})=0.75\%$ <sup>②</sup>。

(2)莱芜铜山铜矿。矿区位于铜冶店—孙祖断裂带附近,矿体赋存于寒武系长清群馒头组下页岩

段紫红色泥质白云岩中,呈层状,其产状与围岩产状一致,走向近EW,倾向 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ,倾角 $13^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ;由8个矿体组成,矿体长600~1000m,宽70~550m,厚1.50~3.21m。铜山铜矿床属于似层状热液交代型铜矿<sup>[11]</sup>。

(3)莱芜鹏山泉黄铁矿床<sup>③</sup>。此矿床位于潘家沟火山岩区卢城北部1500m处的铜冶店—孙祖断裂带内侧的次级断裂中;断裂带走向NW,宽2~7m,带内断裂构造复杂。赋矿地层为马家沟组北庵庄段灰岩破碎带;矿体走向NW,倾向NE,倾角 $40^{\circ}$ 左右。矿体呈似层状、脉状,走向长250m左右,斜深50~100m,厚度10~20m。

(4)新泰旋岗河金铜矿<sup>③④[12]</sup>。矿区位于新泰市东北30km处,区内出露地层为泰山岩群雁翎关组斜长角闪岩和寒武系石灰岩、白云岩,岩浆岩为黑云二长花岗岩和石英二长花岗岩。矿体受铜冶店—孙祖断裂带东侧的次级NE向断裂控制。矿体由7条矿脉组成,走向近SN,倾向W;矿体呈脉状,走向长100~1500m,厚度0.45~4.20m。矿石含金品位为 $w(\text{Au})=1.27\times 10^{-6}\sim 3.64\times 10^{-6}$ ,含铜品位为 $w(\text{Cu})=0.5\%\sim 1.24\%$ 。

(5)莱新沂铁矿及伴生铅锌铜银矿化<sup>①</sup>。矿区位于莱芜、新泰、沂源交界处。矿体赋存于铜冶店—孙祖断裂旁侧的奥陶系马家沟组石灰岩中,呈脉状产出。矿脉走向 $10^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ,一般长200~500m,最长1000m;倾向以SE为主,偶有倾向NW,倾角 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ,斜深一般小于200m;矿脉厚度一般为3~5m。矿石矿物主要为褐铁矿、赤铁矿,次为菱铁矿、方铅矿、闪锌矿、软锰矿,偶见黄铜矿、孔雀石、自然银;脉石矿物重晶石、方解石、萤石。矿石多呈褐色块状、蜂窝状、胶状,矿石全铁品位一般 $w(\text{TFe})=30\%\sim 40\%$ ,铅品位 $w(\text{Pb})=0.2\%\sim 2\%$ ,锌品位最高达 $w(\text{Zn})=2.5\%$ ,铜最高为 $w(\text{Cu})=2.0\%$ ,硫最高含量达 $w(\text{S})=33.6\%$ 。在临近还发现有陶家岭金矿<sup>[12]</sup>、玥庄金矿、茶峪子金矿等小型矿床。

(6)新泰龙石崖铜矿化点<sup>[13]</sup>。矿区位于新泰城西北30km,赋矿岩系为寒武系长清群馒头组朱红色云泥岩、暗紫色砂页岩;岩层走向近EW向,倾向北;断裂构造发育,有NNW向和NE向两组,以NNW向为主。矿体沿NNW向的断层产出,与断层产状一致;出露长度30m左右,宽度10m左右。矿化有形式有2种:①含矿碳酸盐脉,呈细脉状、网

脉状,最宽者3cm,一般0.2~0.5cm,黄铁矿和黄铜矿赋存于脉壁中;②黄铜矿呈星点状浸染于朱红色页状云泥岩中。围岩蚀变为碳酸盐化、硅化。矿石矿物有孔雀石、蓝铜矿、黄铜矿、黄铁矿;脉石矿物有黏土矿物、方解石、石英。矿石品位 $w(\text{Cu})=0.26\%\sim 0.6\%$ , $w(\text{Mn})=0.4\%$ , $w(\text{V})=0.03\%$ , $w(\text{Zr})=0.002\%$ 。

### 2.1.3 幔枝核部或轴部成矿

鲁西幔枝构造的核部或轴部即为莱芜地区3个凸起中的基底岩浆-变质杂岩,包括太古界泰山岩群、TTG岩系和元古代造山花岗岩。

幔枝核部或轴部成矿的实例以西南峪—柳杭金矿<sup>④</sup>为代表。西南峪—柳杭金矿(简称花马湾金矿)地处新甫山凸起、二虎官庄—永丰庄韧性剪切带上,矿体赋存于柳杭组第二亚组顶部变质岩系中,由5个矿体(I,II,III,IV,V)组成,以II号为主矿体,次为I号矿体。矿体走向为 $330^{\circ}\sim 340^{\circ}$ ,倾向为NEE,倾角为 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ;走向长100~1125m,平均厚度为1.56m;金平均品位 $w(\text{Au})=2.22\times 10^{-6}$ 。绢云母K-Ar法测年反映成矿期年龄为 $(2033.7\pm 83)\text{Ma}$ ,矿床形成于吕梁期,属同构造晚期初生型金矿<sup>⑤</sup>。

另有资料<sup>⑤</sup>显示,本区南部分布在蒙山凸起的同一韧性剪切带上的刘杜(岳家庄)金矿也为构造后再生型金矿,但刘杜(岳家庄)金矿床在吕梁期构造晚期初生型金矿基础上,由于燕山期岩浆热液活动,使原来所形成的金矿进一步富集、改造、叠加,故其金品位较高。

## 2.2 幔枝构造成矿分析

(1)幔枝构造的上叠构造形成规模巨大的接触交代-热液铁矿床及伴生铜、钴、金矿床。

(2)幔枝滑脱层构造中铜金铁铅锌等矿点矿化星罗棋布,尚有大的找矿潜力。区内幔枝滑脱层构造中成型的矿床主要是铜冶店、铜山铜矿床,其他多为星罗棋布的铜矿点、金铜矿点、菱铁矿黄铁矿点、铅锌矿点等。造成上述局面的原因主要是由于铜的找矿标识直观,一见孔雀石、蓝铜矿就做铜的基本分析,从而容易发现,而金不容易被发现。实际情况是许多铜矿最后变成了金矿,如上世纪60年代的沂南铜井铜矿、金场铜矿已变成了沂南金矿等。这些矿床(点)共同的一点是均分布在郯庐断裂带西侧的NNW向断裂两侧附近<sup>[8]</sup>,即成矿条件较好,随着地质找矿工作的深入终将改变只见星星不见月亮的局

面。

(3)有调查资料<sup>⑤</sup>表明,幔枝核部基本无燕山期闪长岩类岩体,所成矿体多为吕梁期同构造晚期初生型金矿,金品位很低。

(4)矿床往往分布在与幔枝有成因联系的断裂带或浅层次火山岩中,即便无侵入体,矿体也一定发育于与幔枝岩浆活动密切相关的辉绿岩、闪长玢岩、煌斑岩、细晶岩小岩体中<sup>[2]</sup>。

(5)泰莱地区产于幔枝构造中的铁金铜矿找矿突破很可能在幔枝滑脱层构造中,鲁西其他地区已有实例:平邑铜石磨房沟式金矿(距不整合面(主滑脱构造)10~20 m的碳酸盐岩层状微细浸染型金矿化),归来庄爆破角砾岩型金矿(产于由寒武系、奥陶系构成的滑脱层构造中);沂南铜井夕卡岩型金矿、临朐铁寨夕卡岩型金矿(产于由寒武系、奥陶系构成的滑脱层构造中)。

### 3 关于成矿潜力

#### 3.1 崮峪岩体再认识

##### 3.1.1 崮峪岩体概况

崮峪岩体位于泰莱凹陷边缘南部,岩体东西长约15 km,宽约2~3 km,面积约32 km<sup>2</sup>。岩体由中粒角闪辉长岩、橄榄辉长苏长岩、黑云母二辉闪长岩组成主相,由中细粒黑云母辉石闪长岩、闪长岩组成过渡相,以及由石英闪长岩、闪长玢岩、二长岩组成附加相。晚期侵入的为正长闪长玢岩、闪长玢岩等,主要发育于岩体附加相内。铁矿成矿母岩为主相岩石黑云母二辉闪长岩、辉石闪长岩。岩体年龄81~104 Ma,属燕山晚期。

##### 3.1.2 崮峪岩体是杂岩体又是复式岩体

崮峪岩体侵位于中奥陶统与下奥陶统间,其浅部产状与围岩基本一致,呈EW向带状分布。岩体是同源岩浆在不同深度先后分离、上升和侵入定位所形成的岩体共生组合<sup>[14]</sup>,即岩体的分相特征明显(杂岩体)。由于其分异、演化充分,因而它是铁矿成矿岩体。在崮峪至唐庄之间(岩体狭缩部位)的NNW向二长斑岩岩脉属于在杂岩体之后、在构造薄弱部位形成的一次侵入活动,与主相岩石无必然的成因联系,但它反映了先后形成的岩体间有“血缘”上的继承性,与石英闪长岩、二长岩组成的附加相同具中酸性、碱性岩特征,即崮峪岩体为复式岩

体,因而它又是金矿的成矿母岩。

##### 3.1.3 崮峪岩体形态

崮峪岩体基本以崮峪—唐庄之间的狭缩部位为界,分东、中、西三部分。东部岩体零乱复杂,超覆和捕虏围岩的现象明显;西部岩体窄而规整;中部岩体狭缩不规则状,且有NNW向二长斑岩岩脉穿插,说明狭缩部位是构造薄弱部位,此部位有利成矿。

##### 3.1.4 崮峪岩体产状

崮峪岩体浅部沿EW向的塔子—崮峪断裂、NE向矿山岩体南西端轴向延长线展布。塔子—崮峪断裂走向近EW向(80°~110°),倾向N,倾角80°~88°;据此推测岩浆沿断裂上升所形成岩体的东部深部(-100 m水平以下)为向N陡倾的似岩墙体。似岩墙体宽1~2 km,其间有不规则的、规模不等的石灰岩捕虏体、蚀变带和铁金铜矿化。

##### 3.1.5 崮峪岩体构造特征

崮峪岩体受下列构造的控制:①EW向塔子—崮峪断裂;②NE向矿山岩体南西向轴向延长线;③以上二者“共同体”与2条NNW向断裂构造交汇,包括NNW向长柱状二长斑岩的交汇部位。崮峪岩体由一个近EW向“共同体”、一个近EW向“支体”和一个近SN向“十字体”耦合组成,岩体构造异常复杂。

(1)近EW向“共同体”:东起吴小庄—鲁东冶,西至崮峪—南崮峪,因受EW向塔子—崮峪断裂、NE向矿山岩体南西向轴向延长线联合控制和二者交角20°左右的关系,其南北长约4.5~5 km,东西宽约4~4.5 km,形成多个大小不等、不规则的小岩体块体;岩石类型主要为角闪辉长岩、橄榄辉长苏长岩、辉石闪长岩类;面积约20 km<sup>2</sup>。

(2)近EW向“支体”:东起鹿角村、郗家官庄,西至埠上、东埠前、留送,由于受EW向塔子—崮峪断裂、NE向矿山岩体南西端轴向延长线联合控制合二为一,呈EW向延长的长条状体,东西长约7 km,南北宽约2 km,面积约14 km<sup>2</sup>;岩石类型主要为闪长岩、闪长玢岩。

(3)近SN向“十字体”:崮峪—唐庄之间,东西长约2.5~4 km,南北宽约1.5~3.0 m,面积约6 km<sup>2</sup>;岩石类型主要为角闪辉长岩、辉石闪长岩、闪长岩、闪长玢岩。其间尚有长约850 m,宽约300 m的NNW向长条状二长斑岩。

(4)崮峪岩体近EW向“共同体”和近SN向“十字体”的构造异常复杂,这里存在着成矿作用强烈的

含矿流体活动主通道。

### 3.2 崮峪岩体 EW 向构造成矿分析

崮峪岩体 EW 向构造成铁矿。崮峪岩体近 EW 向“共同体”成矿体理应 EW 向,倾向北,倾角缓者 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,陡者 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ,但由于东部岩体浅部凌乱、支离破碎,形似半岛状,所成矿体为零星小矿体,这可能是假象;“共同体”深部岩体应为一整体,形态似岩墙,似岩墙的两侧、近 EW 向“支体”以及交汇部位深部应是大矿体赋源的有利部位。

### 3.3 崮峪岩体狭缩部位成矿分析

崮峪岩体狭缩部位也就是“十字体”部位,此处有 2 条 NNW 向断裂和 NNW 向脉状二长斑岩出露。NNW 向断裂深部是 NNW 向的二虎官庄—永丰庄韧性剪切带通过的地段。该韧性剪切带与北部的香山—吊鼓山韧性剪切带、南部的前麻峪—篓子峪—南涝坡韧性剪切带深部相连,构成鲁西地区泰莱新韧性剪切带,沈保丰等称下港—化马湾—蒙山构造岩浆杂岩带<sup>[15]</sup>。杂岩带经受了韧性剪切和脆性断裂活动的改造,并分布有燕山期脉岩、火山岩和以金为主的多金属元素组合异常。脉状二长斑岩走向 NNW,长约 850 m,东西宽约 300 m,面积约 $0.255\text{ km}^2$ ,属酸性小岩体。已有资料证实<sup>⑤</sup>,二长斑岩沿其走向在祝阳北秋林、公家汶一带钻孔中均有见及,推测二长斑岩沿上述两条断裂侵入,找矿意义重大。以上表明,崮峪岩体狭缩部位是有利的金矿成矿构造。

(1)NNW 向构造成金矿,崮峪岩体中部十字体交汇部位深部有富金矿。燕山运动以来,由于区内 NNW 向陡倾韧性剪切带(二虎官庄—永丰庄韧性剪切带)的持续活动,切割了深部地幔亚热柱向外拆离的地幔岩,导致其减压释荷形成深熔岩浆,并沿韧剪带上侵,通过浅部 NNW 向脆性断裂(祝阳—唐庄断裂和化马湾—谢家庄断裂,抬头—崮峪断裂和崮峪—裴家庄断裂)直达地表,形成 NNW 向长约 850 m 的二长斑岩。二长斑岩岩脉延长方向、两侧及深部是构造期后再生热液金矿有利的成矿部位。

(2)幔枝外围沉积盖层或幔枝上叠构造中的 20 余个岩体符合小岩体成大矿的条件。以“小岩体成大矿”<sup>[16]</sup>和“两类岩浆的小岩体成大矿”<sup>[17]</sup>理论来分析山东莱芜接触交代—热液铁矿,确有小岩体成大矿者:张家洼铁矿港里(Ⅲ)矿床属“小岩体成大矿”;西尚庄铁矿床属“小岩体成大矿”。除此外的 18 个小岩体,根据小岩体的分布特征、地质背景、岩性特

征和大小以及以往勘查钻孔不见铁矿不取样分析而可能漏掉其他金属矿产的实际,区内存在小岩体成大矿的可能。

(3)泰山岩群与寒武系底部不整合面之上可望找到有规模的磨房沟式金铜矿床。

(4)幔枝外围碳酸盐类岩石中可望找到夕卡岩型或隐爆角砾岩型金矿,以及有规模的铅、锌、铜、银多金属、菱铁矿等。

**致谢:**作者衷心感谢真允庆教授级高级工程师热心指导、对文稿提出具体修改意见并提供有益资料。

#### 注释:

- ① 宗信德,徐建,卢铁元. 山东莱芜接触交代热液铁矿成矿规律研究. 济南:山东正元地质勘查院,2009.
- ② 栢承政,杨天民,等. 山东省莱芜县铜冶店铜矿床找矿评价报告. 潍坊:山东省冶金地质勘探公司第二勘探队,1966.
- ③ 山东省地质矿产局第一地质大队. 山东省莱芜县鹏山泉黄铁矿普查评价报告. 济南:山东省地质矿产局第一地质大队,1973.
- ④ 山东省地质矿产局第一地质大队. 山东省泰安市西南峪—柳杭金矿化带金矿勘查工作总结报告. 济南:山东省地质矿产局第一地质大队.
- ⑤ 宗信德,彭超,杨东,等. 泰安市下港放城金铁成矿带调查评价报告. 泰安:山东钰疆地质资源勘查开发有限责任公司,2013.

#### 参考文献:

- [1] 牛树银,孙爱群,王宝德,等. 幔枝构造与资源环境[M]. 北京:地质出版社,2008.
- [2] 胡华斌,牛树银,毛景文,等. 鲁西中生代幔枝构造及其金矿化[J]. 矿床地质,2004,23(1):115-122.
- [3] 牛树银,孙爱群,毛景文,等. 鲁西幔枝构造及其控矿特征[J]. 地质学报,2009,83(5):628-641.
- [4] 乔红,真允庆. 中国东部中生代主要控矿因素:亚热柱构造[J]. 地质找矿论丛,2014,29(1):31-43.
- [5] 杨文采,张学民,于常青. 华北东部上地幔破裂带[J]. 地质学报,2007,81(10):1305-1313.
- [6] 朱介寿,曹家敏,严忠琼. 中国及邻区瑞利面波高分辨率层析成像及其地球动力学意义[J]. 中国地质,2007,34(5):759-767.
- [7] 徐慧芬,董一杰,施允亨. 鲁西花岗岩绿岩带[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [8] 花林宝,真允庆,曾朝伟,等. 郯庐断裂带南段构造演化与邻区成矿作用[J]. 地质科学,2010(2):509-536.
- [9] 徐国民,徐勇,韩金芳,等. 鲁中地区铜冶店断裂带文祖断裂带两侧找矿前景[J]. 山东国土资源,2008,24(5):21-26.
- [10] 陈柏林,董法先,李中坚. 韧性剪切带金矿成矿模式[J]. 地质论评,1999,45(2):186-192.

- [11] 王奎峰,李文平,杨德平,等. 山东省铜矿床类型、时空分布、典型矿床特征及成矿远景[J]. 地质学报, 2013, 87(4): 565-576.
- [12] 王成国,徐勇,路春霞,等. 莱芜丈八丘铜矿(化)地质特征及成矿条件探讨[J]. 山东国土资源, 2013, 29(10): 31-35.
- [13] 山东省地质矿产局第一地质大队. 1:50 000区域地质调查报告(徂徕幅、东王庄幅)[R]. 济南:山东省地质矿产局, 1989.
- [14] 刘家远. 复式岩体和杂岩体-花岗岩类岩体组合的两种基本形式及其意义[J]. 地质找矿论丛, 2003, 18(3): 143-148.
- [15] 辛后田,李俊健,沈保丰,等. 新泰市岳家庄金矿构造控矿特征[J]. 前寒武纪研究进展, 2000, 23(1): 35-43.
- [16] 陈衍景. 为什么中酸性小岩体成大矿[J]. 西北地质, 2012(4): 128-133.
- [17] 汤中立,李小虎. 两类岩浆的小岩体成大矿[J]. 矿床地质, 2006, 25(增刊): 35-38.

## Mantle plume branch structure and gold, iron and copper ore potential in Taian-Laiwu area

ZONG Xinde, SHI Zhouqing, PENG Chao, YANG Dong, GENG Wentao,  
TIAN Zhongping, WANG Hang

(Shandong Jueqiang Geological and Mineral Resources Exploration Co., Ltd. Taian 271000, Shandong, China)

**Abstract:** Mantle plume branch structure in Taian-Laiwu area includes its core (magmatic-metamorphic complex), detachment fault in the surrounding and sedimentary cover and overprinted structure at the upper of the mantle plume. Breakthrough in the ore prospecting in the area will made in the detachment layer. Cryptoblast breccias type gold deposit or skarn type gold deposit may occur in Cambrian, Ordovician strata of the layer. Intersection of EW and NS structure at Jiayu intrusive body may be the main passage of ore fluid. Iron ore deposit may occur in the EW structure and big iron deposit at depth of the intrusive body. In NNW structure may occur gold deposit and rich gold ore deposit at middle-deep part of body.

**Key Words:** mantle plume structure; ore-control structure; ore potential, Taian-Laiwu area; Shandong province