

## \* 山东莱芜接触交代—热液铁矿矿体形态研究

宗信德<sup>1</sup>, 贾东亮<sup>2</sup>, 刘超<sup>1</sup>, 尹承亮<sup>1</sup>, 刘纪涛<sup>1</sup>, 王建<sup>1</sup>

(1. 泰安市钰锱地质资源勘查开发有限责任公司, 山东 泰安 271000; 2. 泰安市国土资源局泰山区分局, 山东 泰安 271000)

**摘要:**在对莱芜接触交代铁矿地质特征研究中发现以往地质报告在矿体连接上存在混乱,使矿体形态失真。以便于今后矿体对比和成矿规律的认识,提出了矿体形态分类原则,并以三分法对矿体形态进行分类。指出矿体产状变化是矿体膨胀收缩、分支复合和尖灭再现的结果。根据矿体形态分类指出了找矿方向。不同的矿体形态反映不同的控矿构造,反映不同的矿体规模,反映不同的成矿岩体形态产状。单斜缓倾矿体的成矿岩体是岩床,控矿较小;陡倾矿体和背向斜矿体的成矿岩体是岩盖,控矿较大。

**关键词:**铁矿;接触交代型;矿体特征;形态分类;山东莱芜

**中图分类号:** P611; P618.31

**文献标识码:** A

山东莱芜接触交代型铁矿赋存于奥陶纪马家沟组碳酸盐类岩石与燕山晚期闪长岩类岩石接触带及其附近。主要由矿山、金牛山、峨峪和铁铜沟4个矿田(区)组成(图1)。其中矿山矿田(区)规模最大,累计查明资源储量占总资源储量的98.61%。其余3个矿田(区)规模均较小。矿体形态为矿体的外形和内部构造的总称<sup>[1]</sup>,对各矿床的矿体形态综合对比,发现以往勘查时,由于当时的认识水平,以及勘查单位、勘查时间、勘查程度不同,在对矿体形态的连接、分类上存在混乱和简单化,造成矿体对比和成矿规律认识上诸多不便,因此建立矿床矿体模型、统一标准以解决矿体形态分类的问题非常必要<sup>①</sup>。

## 1 矿体形态分类

### 1.1 矿体形态分类起因

张家洼I矿床<sup>②</sup>15线ZK15-1孔与ZK15-0孔2孔相距54m,可是见矿标高却相差104.22m,当时由于未做细致深入的研究,简单地在两孔间划一F5断层,而后经论证这是由于背斜矿体的西翼

陡倾造成的,然而这一错误的圈定却破坏了背斜矿体的形态,误导了找矿工作的部署,也无形中造成了资源的浪费。

张家洼II矿床<sup>③</sup>15线ZK15-6孔于626.57m见矿62.50m,与其相距100m的深部ZK15-4孔于765.78m见矿1.55m,因二孔见矿厚度差别大,当时遂在二孔间划一F2断层。在2007年的矿费项目设计中对其重新进行了论证,认为并非断层所致,是矿体的褶皱起伏和ZK15-4孔孔浅漏矿所致,遂在ZK15-6孔斜深200m处设计ZK15-8孔,施工结果见矿7层,厚42.99m(真厚度36.05m),证实了推断的正确(图2,3)。

基于上述原因,认为决策工作应建立在对客观事物正确认识基础上,否则会导致错误的结论和后果。这就是对矿体形态分类的出发点和起因。

### 1.2 矿体形态分类及原则

#### 1.2.1 按矿体倾向和倾角分

##### (1) 单斜缓倾矿体

矿体倾角10°~30°,个别40°左右。多分布在金牛山、峨峪和矿山矿田(区)个别矿床(业家庄、泉

\* 收稿日期:2010-06-18;修订日期:2010-09-26;编辑:孟舞平

作者简介:宗信德(1940—),男,山东泰安人,研究员,主要从事金属矿产地质勘查及研究工作;E-mail:Z1340179061@163.com。

①宗信德、徐建、卢铁元等,中国冶金地质总局山东正元地质勘查院,山东省莱芜接触—交代热液铁矿成矿规律研究报告,2009年。

②易富章、苏思祥、王金顶等,山东省冶金地质勘探公司第二勘探队,山东省莱芜张家洼铁矿I矿床地质勘探总结报告,1975年。

③易富章、苏思祥、王金顶等,山东省冶金地质勘探公司第二勘探队,山东省莱芜张家洼铁矿II矿床地质勘探总结报告,1976年。

河、

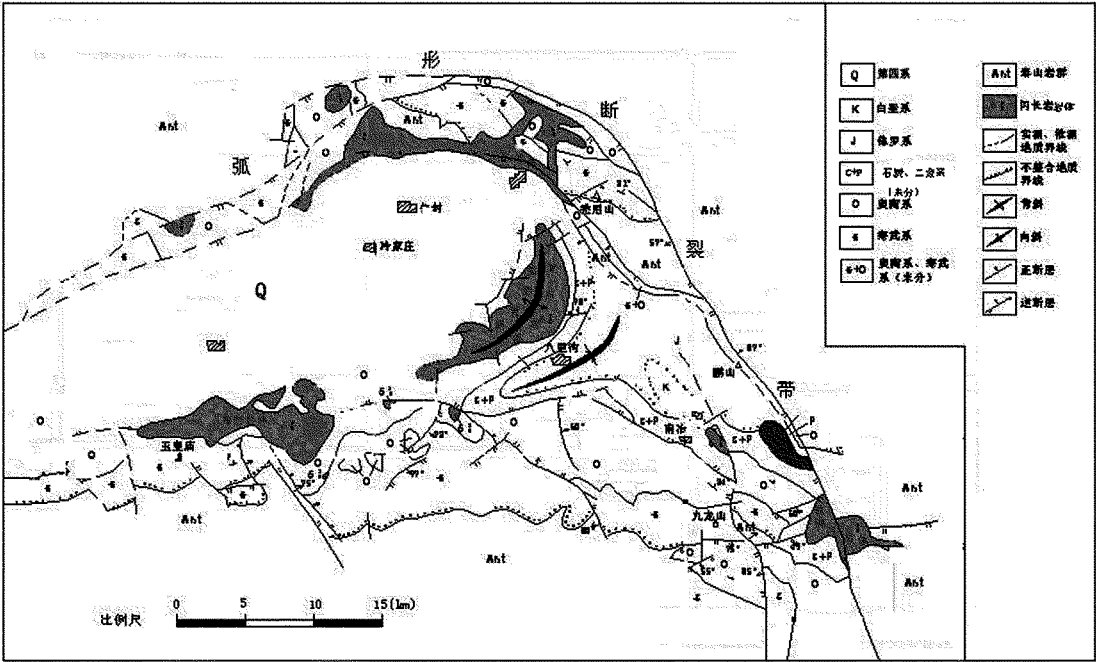


图 1 山东省莱芜 4 个矿田地质略图

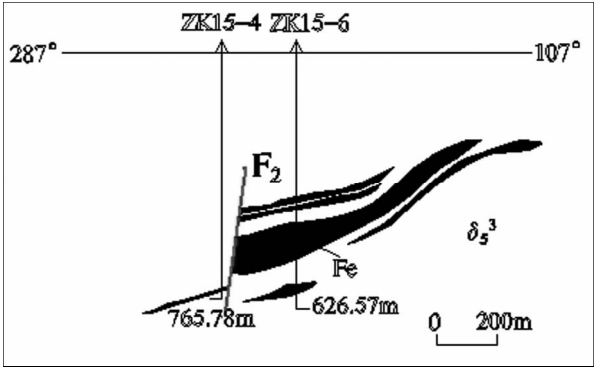


图 2 张家洼Ⅱ矿床原 15 线剖面图  
(孔浅漏矿误认为断层)

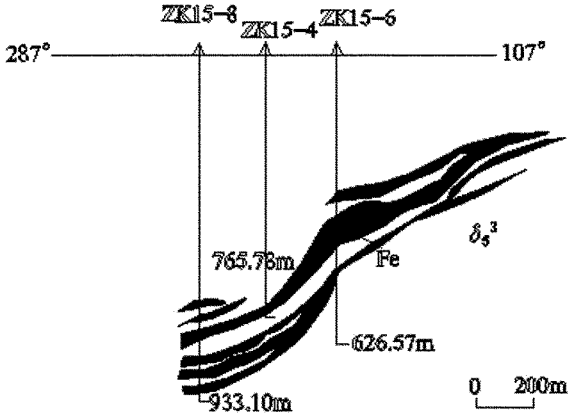


图 3 张家洼Ⅱ矿床新 15 线剖面图  
(矿体褶皱起伏、矿连一体)

杜官庄)的接触带。分布普遍,规模小,走向延长一般 100~200 m,个别 20~30 m;斜深 50~100 m,个别 10~20 m;厚度 5~10 m,个别 2~3 m。矿体赋存于大理岩与闪长岩类岩石接触带上,顶板为大理岩,底板为蚀变闪长岩。矿体埋藏浅,由地表至地下 30 m,深的可达地下 50~150 m。

还有一种赋存于岩体的层间裂隙中(姚家岭、西尚庄),也为单斜缓倾矿体。矿体似层状、透镜状,倾角 10°~30°。走向长 350~1 000 m,最大 1 446 m;斜深 100~200 m,最大 510 m;厚度 20~50

m,最大近 100 m。矿体顶、底板多为蚀变闪长岩、透辉石夕卡岩、蛇纹岩等。某些地段矿体与蚀变闪长岩、含铁蚀变闪长岩呈渐变过渡关系。矿石 TFe 品位 40%~45%,个别 25%~30%。

单斜缓倾矿体资源储量 6 607.96 万 t,占总资源储量的 13.06%。

(2)单斜陡倾矿体

矿体倾角 50°~60°,个别可达 75°。主要分布于矿山矿田(区)北部,如山子后、马庄、曹村矿床等

的接触带矿体及其复合矿体。矿体形态复杂,多为似层状、不规则状、透镜状。矿体变化大,膨胀收缩、分支复合、尖灭再现现象明显。矿体规模较大,走向长500~1 000 m,最大达1 500 m;倾向延深300~500 m,最大780 m;厚度一般20~40 m,最大96.79 m。矿体顶板为大理岩、蛇纹石化大理岩、蛇纹石透辉石夕卡岩;底板为蚀变闪长岩、蛇纹石透辉石夕卡岩。矿体埋藏较深,一般-300~-500 m。矿石 TFe 品位40%左右,某些地段矿体与围岩含铁蛇纹石大理岩呈渐变过渡关系。单斜陡倾矿体资源储量5 135.77万 t,占总资源储量的10.15%。

### (3) 单式褶皱背斜型矿体

分布于矿山矿田(区)北部、矿山弧形背斜倾没端,如张家洼 I 矿床、张家洼 III 矿床<sup>①</sup>的多种形式复合矿体。矿体形态复杂,多为似层状、不规则状、透镜状。矿体变化大,倾角10°~30°,深部达60°。矿体规模较大,走向长500~1 000 m,最大达1 500 m;倾向延深300~500 m,最大达600 m;厚度一般20~40 m,最大104.88 m。矿体顶板为大理岩、蛇纹石化大理岩、蛇纹石透辉石夕卡岩;底板为蚀变闪长岩、蛇纹石透辉石夕卡岩。矿体埋藏较深,一般-300~-500 m,个别可达-780 m。矿石 TFe 品位40%左右。单式褶皱背斜型矿体资源储量29 230.5万 t,占总资源储量的57.75%。

### (4) 单式褶皱向斜型矿体

分布于矿山岩体西翼,如赵庄、耿公清矿床的接触带矿体。矿体形态复杂,多为似层状,不规则状,规模不大。走向NNW,ES与WN两向内倾,倾角50°~70°;东南翼矿体厚大,埋藏浅,上部出露地表;西北翼矿体较薄,埋藏较深(矿体由东南向西北埋藏有逐渐加深趋势)。走向长300 m左右,延深100~150 m,厚度一般20~40 m,个别达100 m,厚大矿体赋存于向斜槽部。矿体顶板为大理岩、蛇纹石透辉石夕卡岩;底板为蚀变闪长岩、闪长岩。矿石 TFe 品位50.23%。单式褶皱向斜型矿体资源储量576.74万 t,占总资源储量的1.14%。

### (5) 复式褶皱背斜向斜型矿体

主要分布于矿山岩体西翼,如张家洼 II 矿床接触带矿体及其复合矿体。II 矿床分东、西两翼,西翼1个向斜、1个背斜矿体,矿体断续延深500~600 m,个别300~400 m。东翼是0线、8线为代表的2个紧密小向斜和1个背斜矿体,矿体延深500~600

m。矿体顶板为大理岩、蛇纹石夕卡岩,底板为蚀变闪长岩。矿石 TFe 品位46.42%。复式褶皱背斜、向斜型矿体资源储量9 057.25万 t,占总资源储量的17.90%。

### 1.2.2 按矿体赋存空间分

#### (1) 接触带矿体

接触带矿体是由碳酸盐类岩石与闪长岩类岩石接触交代作用形成的最普遍、最基本的矿体形式。矿体不论大小、厚薄均受接触带构造控制,即随接触带陡、缓、褶曲变化而变化。矿体厚度5~15 m,最大25 m,再大者多为层间裂隙矿与接触带矿的复合矿体,或假整合面矿与接触带矿的复合矿体。产状有陡有缓,厚度大小不一。矿体顶板为大理岩类,底板为蚀变闪长岩。矿石多为致密块状,TFe 品位48.90%。

#### (2) 围岩层间裂隙矿体

在接触带附近(10~20 m或更大)围岩裂隙中赋存有层间裂隙矿,层间裂隙矿往往受接触带构造控制,随接触带陡、缓、褶曲变化而变化。分为2种:一种是赋存于石炭—二叠纪月门沟群碎屑岩中的似层状矿体,产状平缓,走向延长与倾斜延深及厚度一般较小,距接触带较远;另一种为赋存于奥陶纪马家沟组石灰岩中的似层状矿体,往往多层重复出现,一般3~5层,个别7~9层,单层厚度一般4~6 m,个别20~30 m,再大者多为层间复合矿(最大可达71.16 m)。层间矿、层间复合矿矿体顶、底板围岩为透辉石夕卡岩、含铁蛇纹岩、透辉石石榴石夕卡岩。其特点是含铁较高,一般在10%左右,与铁矿体呈渐变过渡关系。层间矿矿石质量较差,TFe 品位一般在40%左右。

#### (3) 假整合面矿体

矿体分布在接触带矿体上部、马家沟组上部与月门沟群下部之间的假整合面上。顶板为碎屑岩,底板为大理岩。原假整合面普遍有一层断续分布的,厚10~20 m的山西式铁矿,它既是铁质矿源层,又是热液活动的有利场所和良好的导矿储矿构造,岩浆期后热液对其改造叠加,形成假整合面矿体。它与上部碎屑岩中层间裂隙矿复合或与下部碳酸盐

① 苏思祥、王锡友、王金顶等,山东省冶金地质勘探公司第二勘探队,山东省莱芜张家洼铁矿 III 矿床地质勘探总结报告,1977年。

岩中层间裂隙矿复合时称层间裂隙矿与假整合面矿的复合矿体;与下部接触带矿复合时称接触带矿与假整合面矿的复合矿体,厚大矿体一般为复合矿。复合部位往往是构造有利部位。假整合面矿体呈似层状,产状平缓,层位稳定,受假整合面控制,不受接触带弯曲制约。矿石质量好,TFe品位高,平炉富矿多,矿体规模较大。需要说明的是,下部接触带矿与上部假整合面矿呈锐角相交且互补。即上部假整合面矿体近水平,下部接触带矿体与其锐角相交,上部矿体厚大,下部矿体收缩或尖灭,上部矿体收缩或尖灭,下部矿体厚大。反映了假整合面矿体是山西式铁矿就地热液改造叠加,而接触带矿体是接触交代作用形成的。

#### (4)母岩中的矿体

分布在岩体边缘的接触带附近部位,是热液碱质交代作用形成的矿体。该类矿体顶、底板多为含铁透辉石夕卡岩、含铁蛇纹岩、含铁绿帘石透辉石夕卡岩以及含铁蚀变闪长岩,TFe含量10%~20%,与矿体呈渐变过渡关系。矿石多呈浸染状,TFe品位40%左右。

以上接触带矿体、层间裂隙矿体、假整合面矿体、母岩中的矿体是接触交代铁矿赋存空间的4种基本形式。矿体以接触带为通道连为一体称之为三位一体成矿模式<sup>[2]</sup>。

#### 1.2.3 按矿体复杂程度分

##### (1)形态简单的

矿体形态简单的多为小型矿床的接触带矿体、层间裂隙矿体。包括崮峪矿田(区)全部矿床的接触带矿体、层间裂隙矿体;金牛山矿田(区)除孟家洼、温石埠北矿床以外的7处矿床的接触带矿体、层间裂隙矿体;铁铜沟矿田(区)的1,2,5,6,7矿体以及矿山矿田(区)的业家庄、杜官庄、泉河矿床的接触带矿体、层间裂隙矿体。合计资源储量1568.18万t。

该类矿床矿体形态简单,单斜缓倾,矿体多赋存于接触带,个别为层间矿,走向延长、倾斜延深及厚度较小。厚度变化小,多为似层状、脉状。赋存标高地表至地下100m,矿体顶板为大理岩,底板为蚀变闪长岩。

##### (2)形态比较简单的

矿体形态比较简单的多为大中—中小型矿床,集中于分布于矿山矿田(区),如山子后、曹村、刘家

庙、顾家台矿床<sup>①</sup>的接触带矿体、层间裂隙矿体,合计资源储量10962.59万t。该类矿床矿体形态简单,单斜陡倾者居多,个别缓倾。矿体多赋存于接触带,个别为层间矿、层带矿。走向延长、倾斜延深及厚度均较大,厚度变化中等,多为脉状、似层状,个别有透镜状,矿体有膨胀收缩现象。矿体顶板为大理岩,底板为蚀变闪长岩。埋藏较深,赋存标高-120~-350m,个别可达-600m。

##### (3)形态比较复杂的

矿体形态比较复杂的多为中型、大中型矿床,如金牛山矿田(区)的孟家洼、温石埠北矿床层间复合矿体;铁铜沟矿床的3,4矿体;矿山矿田(区)的垂阳矿床、张家洼I矿床、姚家岭、赵庄、耿公清矿床的接触带矿体、层间裂隙矿体及其复合矿体。合计资源储量6144.92万t。该类矿床矿体形态比较复杂,有单斜缓倾、单斜陡倾、背斜型、向斜型;有浅部背斜型,深部变为陡倾;也有赋存于岩体中呈多层重复出现的缓倾矿体。矿体赋存形式主要为层复矿、层间矿、接触带矿、层带矿。矿体走向延长、倾向延深及厚度小至中等,厚度变化中等,常有含铁蛇纹石化大理岩与矿体、含铁蚀变闪长岩与矿体呈渐变过渡关系者。埋藏较深,赋存标高矿山矿田(区)中的上述矿床多在-320~-750m。矿体顶板多为磁铁矿化大理岩、含铁蛇纹岩化大理岩、蚀变闪长岩,底板为含铁蚀变闪长岩、蚀变闪长岩等。

##### (4)形态复杂的

矿体形态复杂的多为大型、大中型矿床,分布于矿山矿田(区)的两倾没端。北倾没端为张家洼Ⅲ、Ⅱ矿床的接触带矿体、假整合面矿体、层间裂隙矿体及其复合矿体;南倾没端为西尚庄矿床<sup>②</sup>的层间裂隙矿体及其复合矿体,其次为马庄矿床<sup>③</sup>的接触带矿体及其复合矿体。总计资源储量31932.5万t。该类矿床矿体形态复杂,有单斜陡倾台阶式矿体,有背斜型矿体,有复式褶皱背斜、向斜型矿体,也有赋

① 李克忠、杨天民、康锡明等,山东省冶金地质公司第二勘探队,山东莱芜铁顾家台矿床深部普查找矿总结报告,1974年。

② 兰维仁、安宝重、沙其文等,山东省地矿局第一地质综合大队,山东省莱芜铁矿西尚庄矿床详细勘探地质报告,1980年。

③ 宗信德、廖龙海、张道俊等,山东莱芜铁矿马庄矿床0m以下补充勘探地质报告,冶金工业部山东地质勘探公司第二勘探队,1985年。

存于岩体中的似层状矿体。矿体赋存形式多样,有假整合面矿、层间裂隙矿、接触带矿、层面矿、层复矿、层带矿、面带矿、层面带矿、岩体内矿。

## 2 矿体产状和变化

对4个矿田(区)37个矿床综合分析认为,矿体有单层和多层之分,有厚薄之分,它直接影响和改变矿体的形态和产状。矿体的分支复合、膨胀收缩、尖灭再现不仅在厚度上,而且在走向延长以及倾斜延深方向都有所表现。走向延长方向:经统计计算,矿山岩体周边闪长岩类岩石与碳酸盐类岩石接触带长42 km,分布的矿床总长度是20.587 km,无矿地段长度是21.413 km。无矿间隔12段,平均每段无矿间隔是1784.4 m,无矿间隔是矿床平均长度(1211 m)的1.47倍。矿体的倾斜延深方向也是如此,几乎每个矿田(区)的矿床都存在矿体膨胀收缩、分支复合和尖灭再现的现象,特别是复杂矿床和较复杂矿床更为明显。

一般而言,矿体形态简单的其产状变化较小,矿体形态比较复杂的产状变化特征明显。其规律是矿体缓倾时厚度稳定,延深规模小;陡倾时矿体膨胀收缩现象明显,延深规模大;由缓变陡或由陡变缓时转折端出现收缩或尖灭,缓部位凹兜处出现膨胀,形成槽部矿体<sup>[3]</sup>;延深规模大的褶皱矿体往往是多层重复出现的层间矿,矿体往往呈舒缓波状;延深规模大的陡倾多层重复出现的分支矿体走向上往往膨胀收缩明显,厚度变化大,铁品位较低,铁矿石与围岩(多是含铁蛇纹岩、I、II矿床)呈渐变过渡关系。

## 3 矿体形态找矿的指示意义

(1)矿山矿田(区)中的单斜缓倾矿体可能是矿山岩体边缘的岩体局部超复所形成。业家庄、泉河、杜官庄矿床均为单斜缓倾矿体,属地质异常区,综合分析认为,深部应有陡倾矿体或褶皱矿体存在,即“缓倾矿体找陡倾矿体”,曹村矿床等也具有“陡倾矿体找台阶矿体”的前景。

(2)矿山矿田(区)西翼仍有褶皱矿体向西延深。张家洼Ⅲ、张家洼Ⅱ矿床西部一带直到顾家台矿床西北部,分析认为有褶皱矿体,顾家台矿床矿体被列为较简单矿体是因为地质工作程度较低,进一步工作有可能使其变为复杂矿体,资源储量有望增

加,即所谓“简单(矿体)找复杂(矿体)”。

(3)在岩床中应注意寻找其下部岩(矿)体接触带矿体。金牛山岩体毛圈—肖庄一带、温石埠矿床深部均应投入地质勘查工作,有望发现新的矿体。

(4)在岩株中应重点寻找的是深部接触带矿体。建议铁铜沟矿床从3,4,5矿体入手,施工3~5个500 m钻孔进行深部探矿,有望扩大远景资源储量。

## 4 结语

(1)不同的矿体形态反映不同的控矿构造。缓倾矿体反映的是层面构造,陡倾矿体反映的是切割层面构造,多是成矿前断裂,单斜矿体反映的是单一层面构造,背(向)斜褶皱矿体反映的是多个切割层面的二向或多向构造。简单矿体反映的多是单斜缓倾接触带构造,个别反映的是单斜缓倾层间构造;复杂矿体反应的是背(向)斜褶皱构造以接触带成矿为主,与假整合面构造、层间构造、岩体内构造及它们的复合构造的沟通及膨胀收缩、分支复合和尖灭再现的结果。

(2)不同的矿体形态反映不同的矿体规模。缓倾矿体不及陡倾矿体规模大,单斜矿体不及背(向)斜褶皱矿体规模大,简单矿体不及复杂矿体规模大。

(3)不同的矿体形态反映不同的成矿岩体形态产状。①单斜缓倾矿体反映成矿岩体形态产状是岩床:金牛山矿田(区)、崮峪矿田(区)的矿床矿体均属单斜缓倾矿体,因此二者的形态产状是岩床,岩床控制矿床规模较小。研究证实,岩床为上、下2层,目前已查明资源储量属上层岩床,下层岩床成矿性如何应进一步探索。至于上、下2层岩床个别部位的陡倾矿体、背斜矿体尚需进一步研究。②“二层结构”矿体反映成矿岩体形态产状是岩株:铁铜沟矿田(区)矿床矿体属二层结构,上层为石炭—二叠纪月门沟群碎屑岩中3~5层似层状缓倾矿体,下层矿体为奥陶纪马家沟组与燕山晚期闪长岩类岩石接触带矿体。该矿田(区)尚有较强的找矿潜力,在“四矿田多因素成矿综合指数”中评分54.2分,位居四矿田第二也说明这一点。③陡倾矿体、背(向)斜褶皱矿体反映成矿岩体形态产状是岩盖:该类矿体以矿山矿田(区)倾没端部位的张家洼Ⅲ矿床为代表。张家洼Ⅲ矿床位居矿山弧形背斜狭缩部位,是弧形背斜的缩影。矿体两向外倾,倾角20°~

60°,其南部(山子后、马庄等)陡倾矿体出现在背斜东翼,褶皱部位(张家洼Ⅱ)出现在背斜西翼的次级褶皱,说明岩盖东翼陡、西翼缓,岩体呈平缓的褶皱形态并控制矿体。背斜岩盖控矿规模最大<sup>[4,5]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 李鄂荣,刘海阔,张义勋.地质辞典(四)[M].北京:地质出版社,1986:4-6.
- [2] 杨昌彬,宗信德,卢铁元,等.浅析莱芜接触交代—热液铁矿的

双交代渗滤作用[J].地质找矿论丛,2006,21(1):85-89.

- [3] 宗信德.莱芜铁矿构造控矿规律及找矿方向[J].地质与勘探,1978,(5):6-14.
- [4] 宗信德,卢铁元.背斜控大矿机制分析[A]//孟宪来,中国地质学会2009年学术年会论文摘要汇编[C].北京:中国大地出版社,2009:602-603;
- [5] 宗信德,徐建,卢铁元.山东莱芜矿山矿田铁矿产出构造类型、矿体形式及大中型矿床赋存规律[J].地质找矿论丛,2010,(3):234-240.

## Study on Ore Occurrence of Laiwu Contact and Geothermal Metasomatic Iron Deposit in Shandong Province

ZONG Xinde<sup>1</sup>, JIA Dongliang<sup>2</sup>, LIU Chao<sup>1</sup>, YIN Chengliang<sup>1</sup>, LIU Jitao<sup>1</sup>, WANG Jian<sup>1</sup>

(1. Tai'an Jueqiang Geological Exploration Limited Corporation of Mineral Resources, Shandong Tai'an 271000, China; 2. Taishan Branch Bureau of Tai'an Bureau of Land and Resources, Shandong Tai'an 271000, China)

**Abstract:** During the study on geological characteristics of Laiwu contact geothermal metasomatic iron deposit, it is found that the information of ore bodies contactation o given in the former report is in messy, which caused distortion of ore body shape. In order to contrast ore bodies and recognize mineralization rule, classification principle of ore bodies are put forward, and the ore bodies are classified by using trichotomy method. The change of ore occurrence is the result of ore expansion and contraction, and branch recombination and thinning out. According to morphological classification, ore prospecting directions are pointed out. Different ore bodies reflect different ore - controlling structures, different ore body sizes, and different rock ore occurrences. Monocline dipping ore body mass is the bedrock mineralization, and ore - controlling scale is small. Ore - forming rock of steep inclined ore bodies is rock cover, and ore - controlling scale is large.

**Key words:** Iron deposit; contact metasomatic type; characteristics of ore bodies; morphological classification; Laiwu in Shandong province