

山东省东平县大牛地区铁矿成因类型及找矿方向研究

徐友松, 罗海伟, 赵金, 李强

(山东省第四地质矿产勘查院, 山东 潍坊 261021)

摘要:大牛地区铁矿位于汶上-东平铁矿成矿带中北部。区内第四系广布,以临沂组为主,含矿地层为隐伏新太古代泰山岩群山草峪组磁铁角闪石英岩。基底构造线方向为NW 310°,褶皱构造、断裂构造均较发育,其规模不等,矿体受一定程度破坏。矿石自然类型为细粒条带状、条纹状磁铁角闪石英岩型,一般与顶底板岩石(黑云变粒岩)界线分明,沿走向与倾向常见夹石(层)且具分支复合现象,总体属有限延伸的板状矿体,主要控矿因素为地层、区域构造和区域变质作用,成矿类型为沉积变质型铁矿。

关键词:沉积变质型铁矿;成因类型;找矿方向;山东东平

中图分类号: P618.31

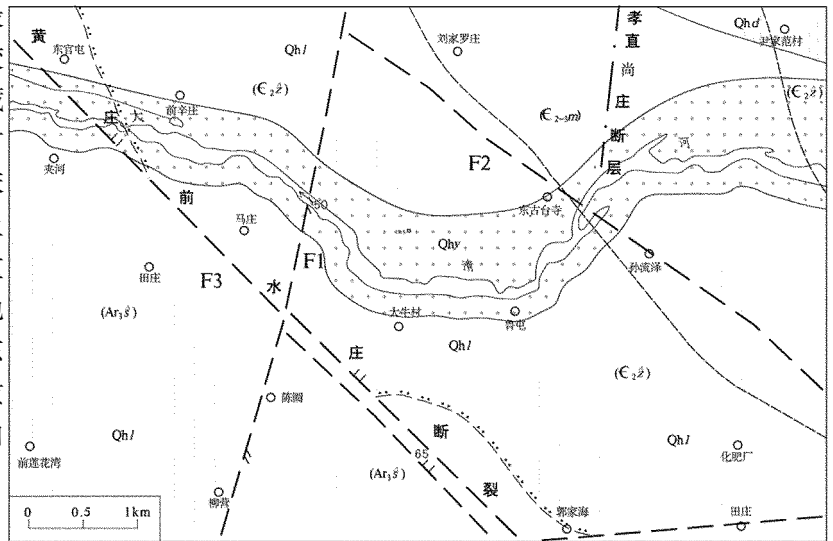
文献标识码: A

引文格式:徐友松,罗海伟,赵金,等.山东省东平县大牛地区铁矿成因类型及找矿方向研究[J].山东国土资源,2015,31(10):16-21. XU Yousong, LUO Haiwei, ZHAO Jin, etc. Study on Origin Types and Prospecting Direction of Iron Deposit in Daniu Area in Dongping County of Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(10): 16-21.

沉积变质型铁矿是山东省分布最广的铁矿类型,由于矿床储量规模较大,单个矿体的规模和厚度较大,埋藏不深,加之矿石类型以磁铁矿为主,矿床的分布又比较集中,使该类铁矿床在开发利用上占了很大的优势。汶上-东平铁矿成矿带是山东省内一个重要的沉积变质型铁矿成矿带,大牛地区位于东平县西南8 km处,汶上-东平铁矿成矿带中北部,总结沉积变质型铁矿的成因类型,研究其找矿方向具有较大的现实意义^[1]。

1 区域成矿地质背景

研究区位于华北板块之鲁西断隆的西缘,地处华北拗陷过渡地区,汶泗断裂北部(图1)^[2]。汶上-东阿航磁异常从区内通过,研究区位于该航磁



1—沂河组;2—临沂组;3—大站组;4—馒头组(隐伏);5—山草峪组(隐伏);6—朱砂洞组(隐伏);7—地质界线;8—推测地质界线;9—推测角度不整合地质界线;10—推测张性断裂;11—推测张扭性断裂;12—性质不明断裂

图1 大牛地区区域地质构造简图

收稿日期:2014-12-05;修订日期:2015-02-03;编辑:陶卫卫

作者简介:徐友松(1983—),男,山东高密人,工程师,主要从事地质勘查工作;E-mail: xuyousong1983@163.com

异常带的中北部。

1.1 地层

东平县大牛地区地层属华北地层大区晋冀鲁豫地层区的鲁西地层分区之济南-滕州地层小区,由早到晚包括新太古代泰山岩群、古生代寒武纪长清群以及广泛分布的第四纪松散堆积物^[3](图1)。

1.2 构造

区内基底总体构造线 NW 310°左右,断裂构造比较发育,以 NW 向为主、NE 向和近 SN 向次之,其规模不等,均属隐伏断裂^[4](图1)。

1.2.1 NW 向断裂

主要为黄庄-前水庄断裂(F3),贯穿整个研究区,规模较大,长度大于 10 km,磁异常局部显示明显的梯度带,且较规整。据高密度电法测量资料,断裂宽度大约 8~10 m,产状较陡,发育有次级的 NNW 向断裂,规模较小。钻孔揭示断裂 SW 盘无寒武系分布,推断为向 N 倾斜的正断层。

1.2.2 NEE 向断裂

该方向断裂分布于研究区南部彭集一带,与褶皱轴向一致,形成较晚,延伸多为数千米,直接破坏矿体,使两侧矿体左行错动,并截切 NW 向断裂,性质为正断层。

1.2.3 近 SN 向断裂

除孝直-尚庄断裂稍大外,其他规模较小。孝直-尚庄断裂分布在研究区外围,走向近 SN,倾向 E,长度大于 5 km,倾角 40°左右,航卫片影像呈明显线性,东盘为张夏组,西盘为馒头组,断距>200 m,推测为张扭性断裂。

1.3 岩浆岩

区内岩浆岩不太发育,主要为钻探揭示的中生代燕山期脉状侵入体。燕山期脉岩常见顺裂隙定位的闪长玢岩、煌斑岩、辉长岩、伟晶岩,规律性不明显。

2 研究区地质特征

2.1 地层

研究区内广布新生代第四纪松散堆积物,经钻孔揭示,其下部地层主要为新太古代泰山岩群山草峪组含铁变质岩系,为铁矿的赋矿层位^[5];古生代寒武纪朱砂洞组海陆交互相地层仅在矿区东北部的

个别钻孔中出现。

2.2 构造

区内断裂构造较发育,主要包括 NW 和近 SN 向两组,都被第四系覆盖(图1)。根据物探解译和钻探资料,其特征如下:

F1 断裂位于大牛村西,造成航磁异常等值线发生同向弯曲或异常不连续,走向约 NE 15°,经 FZK1, FZK2 揭示断裂位置对应,该断裂 W 倾,倾角约 62°,宽度约 10 m,规模较大,属右行张性断裂。

F3 断裂位于研究区的中部,走向 135°,略向 N 偏转, ZK34 所发现断裂位置对应,断裂 N 倾,倾角约 65°,宽度 6~8 m,规模较大,属高角度张性断裂。

总体看,各断裂除 F1 断裂对矿体有错动外,其他断裂距离矿体相对较远,但各方向断裂次级断裂裂隙较发育,钻探显示部分矿体破碎强烈,对矿体有一定影响。

2.3 岩浆岩

岩浆岩在区内不太发育,主要为燕山期脉岩,多为裂隙充填成因,产状、规模不一,一般对矿体破坏不大。岩性主要有石英正长(花岗)斑岩、闪长岩、闪长玢岩、脉石英及伟晶岩等,另发育少量规模较小的碳酸盐岩、黄铁矿等岩脉。

3 研究区矿床地质特征

3.1 矿体特征

矿带大致沿 NW 307°方向狭长条状延伸,倾向 SW,倾角 50°~75°,局部直立。共有 2 个矿体分布在研究区中,呈层状、似层状和透镜状近平行排列产于泰山岩群山草峪组含铁建造中,岩性为条带、条纹状磁铁角闪石英岩。矿体编号分别为: I, II。矿体近平行排列,产状与围岩一致。矿体与顶底板(黑云变粒岩)界线分明,沿走向与倾向常见夹石(层)且具分支复合现象;矿化较连续,一般长达上千米,沿走向和倾向有尖灭趋势,总体属有限延伸的板状矿体,但部分地段仍具向下延伸趋势。

3.1.1 I 号矿体特征

呈层状,赋矿标高-183~-304 m。矿体总长约 1 550 m,最大斜深 100 m,走向 315°~320°,倾向 SW,倾角 69°~75°,由浅到深倾角由缓变陡,矿体向下呈尖灭趋势。矿体单样 TFe 最高品位 36.93%,最低品位 5.17%(剔除不掉的夹石),平均品位

28.39%,品位变化系数26%。矿体单样 mFe 最高品位33.12%,最低品位0.98%(剔除不掉的夹石),平均品位23.54%,品位变化系数32%。矿体最大真厚度6.93 m,最小真厚度1.06 m(尖灭点处),平均真厚度3.89 m,厚度变化系数55.48%,属于有用组分分布均匀和形态复杂程度中等的矿体(图2)。

及变质程度有关。如大牛地区东部位于区域上褶皱构造的核部,是主矿体分布区,矿体往往富集增厚,品位较高,远离则规模变小,品位下降,至大牛以西则仅有小规模矿体分布;矿区岩浆岩不太发育,但岩石中伟晶岩脉较多,虽然对矿体有一定的破坏作用,但发育处矿石品位普遍较高,TFe 品位一般在30%以上;矿区矿石属沉积变质型,随着变质程度的加深,矿体厚度、矿石品位以及矿物结晶颗粒大小均呈增大趋势。

3.3 矿石类型及特征

3.3.1 矿石类型

矿石自然类型主要为条纹—条带状磁铁角闪石英岩型、条纹—条带状磁铁矿石角闪岩型,次为磁铁(赤铁)石英岩型矿石。后者极少。矿化发育地段以致密块状矿石为主,少量碎裂状矿石。地表因氧化作用出现赤铁矿(假象赤铁矿)。矿石工业类型为需选弱磁性铁矿石。

3.3.2 矿石质量

(1)矿石结构构造。矿石常具纤状粒状变晶结构和粒状变晶结构,组成矿物颗粒细小,磁铁矿在0.11~0.22 mm之间,包裹在石英颗粒中呈细小尘点状的磁铁矿在0.011~0.022 mm之间。矿石为条纹、条带状构造,条纹宽度一般1~4 mm,有时大于5 mm以上,根据磁铁矿条纹的形状及分布特征又可分为平行条纹构造、不平行条纹状构造及皱纹状构造。

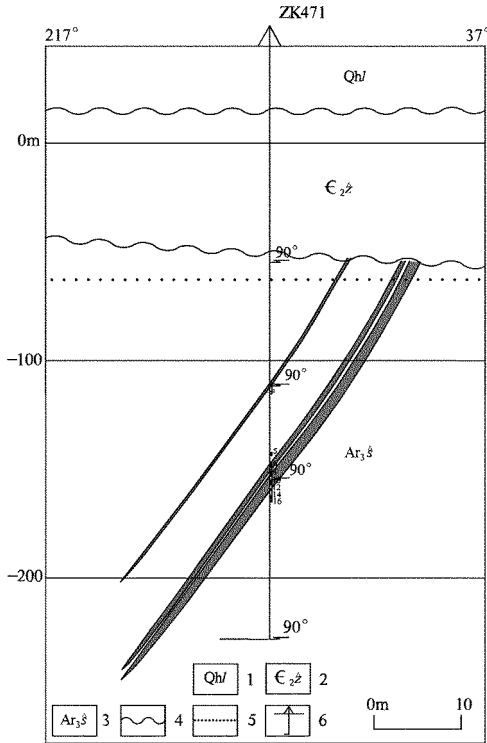
(2)矿石化学成分、有益有害组分。矿石从品位变化规律看,自下而上、伟晶岩发育地段以及随矿体规模增大时品位有逐渐增高之趋势,而沿走向其品位变化不明显,总体矿化较均匀。其化学成分见表1,主要有害成分SiO₂含量较高,一般43.82%~49.16%,平均46.49%;S含量较低,一般0.008%~0.29%;P含量甚低且变化小,一般为0.04%~0.09%。硅酸铁含量也较高,在1.44%~9.50%,与角闪石类矿物含量密切相关。

矿石中微量元素含量较低(表2),元素Co呈混溶状态赋存于黄铁矿中,Co含量为0.000 27%~0.000 42%,达不到综合利用指标的要求;Cu, Pb, Zn, Sn, As等有害物质均远小于一般工业指标。

3.4 矿体围岩及夹石

3.4.1 矿体围岩

矿体围岩岩性较为简单,主要为条带状含磁铁



1—临沂组;2—朱砂洞组;3—山草峪组;4—角度不整合地质界线;5—风化带界线;6—钻孔位置

图2 大牛地区铁矿第04勘查线剖面略图

3.1.2 II号矿体特征

呈层状,赋矿标高-30~-294 m。矿体总长约1 550 m,矿体最大斜深196 m,矿体走向315°~320°,倾向SW,倾角85°~90°,由浅到深倾角由缓变陡,矿体沿走向与倾向呈现分支复合现象,有向下延伸趋势,和地表磁异常分布、强度相吻合。矿体单样TFe最高品位38.81%,最低品位1.40%(剔除不掉的夹石),平均品位26.54%,品位变化系数37%。矿体单样mFe最高品位31.86%,最低品位0.14%(剔除不掉的夹石),平均品位20.79%,品位变化系数44%。矿体最大真厚度8.29 m,最小真厚度1.97 m,平均真厚度4.66 m,厚度变化系数44%,属于有用组分分布均匀和形态复杂程度简单的矿体。

3.2 矿体富集规律

矿体的矿化富集特征与构造、后期岩浆热液以

角闪石英岩、黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、伟晶花岗岩等。围岩在走向、倾向上矿物成分及化学成分都有变化,如石榴子石、角闪石等矿物在黑云变粒岩中因出现角闪石而形成角闪黑云变粒岩等不同岩

性,表现出一种岩性尖灭而代之另一种岩性,化学成分的变化也有类似的特点,与原始沉积相变和矿化强弱有关。

表1 矿石化学全分析(%)

野外编号	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	S	合计
GS1	43.82	27.04	20.57	0.58	0.04	3.08	2.57	0.03	0.12	0.13	0.16	0.10	98.24
GS2	46.08	32.00	14.96	0.94	0.04	2.38	2.07	0.06	0.06	0.06	0.16	0.008	98.82
GS3	49.16	21.28	11.18	4.86	0.32	4.00	4.43	0.72	0.04	0.12	0.24	0.29	96.64
GS4	43.12	30.07	17.75	2.14	0.10	3.28	2.35	0.27	0.19	0.17	0.28	0.10	99.82
GS5	42.48	28.56	17.60	1.83	0.15	2.59	2.60	0.25	0.15	0.19	0.28	0.59	97.27

表2 矿石微量元素含量(%)

样品 编号	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Sn	Co	Ni	V	Mo	Cr	Y	Yb	Ba	As	Bi
	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
GP1	94	20	11	6.5	46	4.2	2.7	5.0	13	2.0	16	16	5.1	50	2.50	0.10
GP2	55	36	4.9	6.4	32	5.0	4.2	6.6	14	2.2	11	13	4.1	50	0.40	0.021

3.4.2 矿体夹石

矿体形态简单,厚度较薄,分叉合并现象不多见,夹石(层)与矿体的界线主要是依靠分析结果来划分的。根据对主要矿体夹石(层)的统计,夹石岩性主要为条带状含磁铁矿石角闪石英岩、黑云变粒岩、闪长岩及伟晶岩等,局部(多为上部)存在作为夹石分布,而导致矿体厚度变化及分叉和尖灭现象。夹石(层)产状与矿体一致,对矿体的连续性和矿石质量影响不大。

3.5 有用元素富集特征

研究区内的样品组合分析结果显示,Pb的平均品位为 6.7×10^{-5} ,Zn的平均品位为 6.7×10^{-5} ,Cu的平均品位为 3.3×10^{-5} ,品位均较低,达不到综合利用的要求。

4 矿床成因探讨与找矿方向

4.1 矿床成因类型

根据对大牛地区铁矿进行的野外实地调查,发现该矿床具有鲜明的周期沉积的条带层状特征,同时经过地球化学测试数据的分析发现,矿层本身与围岩均含大量角闪质硅酸盐类,并且岩性逐渐过渡,说明此岩系原岩应该为一套基性伴有偏碱质的中酸性岩浆岩。

大牛地区铁矿赋存在泰山岩群山草峪组中,根据山草峪组含铁岩系的矿物共生组合、岩石组构特征以及岩石化学等特征,矿区含矿岩系为含铁碎屑

岩—变粒岩建造,属于低级铁铝榴石角闪岩相,矿石类型主要为磁铁矿石角闪岩型^[6]。铁质组分与海底基性、中酸性火山喷溢活动关系密切,幔源物质中的铁质经火山喷发喷溢形式带入水体中,经分解形成硅铁胶体而沉积,再经以后的区域变质作用而形成变质铁矿。故矿床应属沉积变质成因铁矿。

4.2 大地构造环境

区域大地构造环境为新太古代海底基性、超基性火山喷发,以近火山口相沉积的火山熔岩为主,形成硅铁沉积建造。后经区域变质作用——角闪岩相的改造,在热力和定向压力下产生重结晶和片理化,产生条带状构造,生成磁铁矿、石英和角闪石等主要矿物,形成条带状含铁变质建造。

4.3 控矿因素分析

研究区矿床分布于汶上—东平铁成矿带北部,该成矿带呈NW 315°左右展布,带内不同规模的高磁异常众多(图3),大、中、小型铁矿分布范围广。矿床赋存于泰山岩群山草峪组上部含铁岩系中,赋矿层位具有专属性^[7]。

4.3.1 地层岩性因素

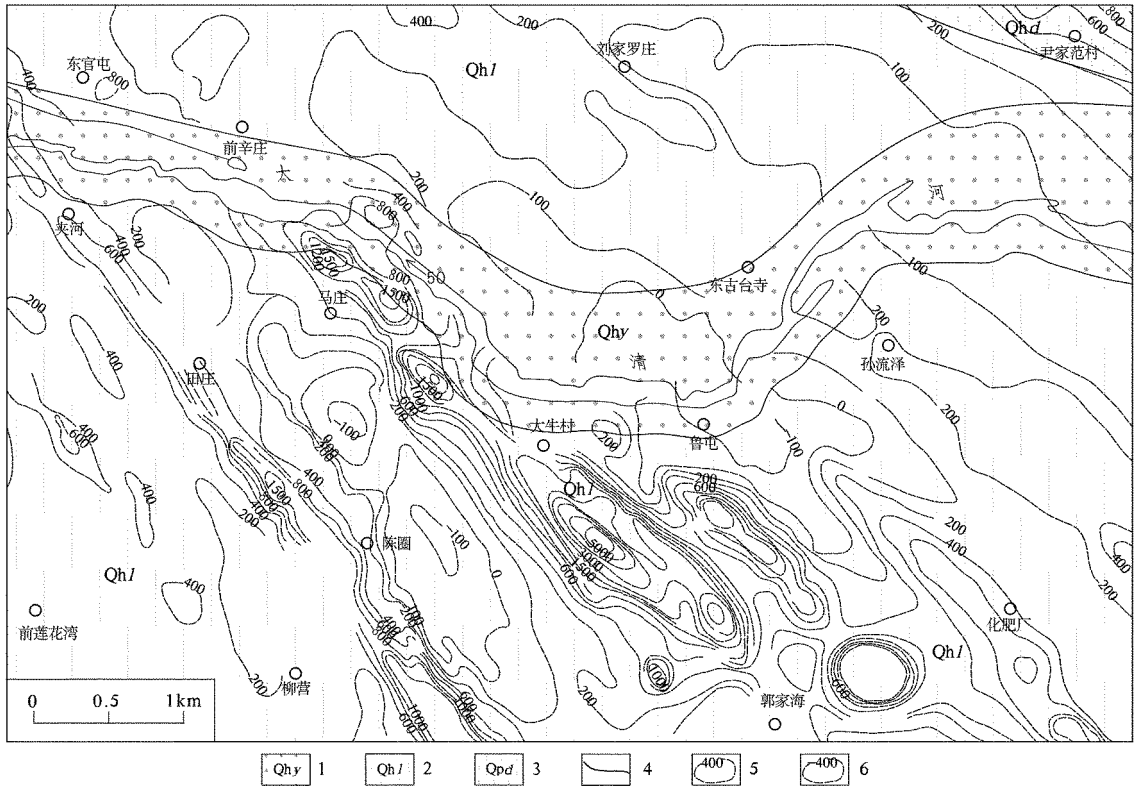
矿床赋存于泰山岩群山草峪组上部含铁岩系中,赋矿层位具有专属性。从区域分析,矿床矿体往往赋存在紧密褶皱的核部,这与区域上鲁西地块泰山隆起中泰山岩群的变形特征相吻合。

4.3.2 变质作用控矿因素

变质岩主要为山草峪组变粒岩夹磁铁矿石英

岩,是主要含矿层位。变质岩组合以黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩为主,夹黑云片岩、透闪片岩、斜长角

闪岩、磁铁角闪石英岩等,变质程度达低角闪岩相—高绿片岩相,具多期变质和退变特征。



1—沂河组;2—临沂组;3—大站组;4—地质界线;5—正磁异常等值线及数值(nT);6—负磁异常等值线及数值(nT)

图3 大牛地区物探异常图

磁铁角闪石英岩变质矿物组合为普通角闪石(铁闪石、透闪石)+磁铁矿+石英+铁铝榴石,层状构造明显,有时可见清晰的褶皱构造,磁铁矿与石英颗粒都呈均匀的粒状。岩石化学特征在尼格里四面体图解中,投影点落于火成岩区。 $SiO_2/Al_2O_3 = 24.66$, ΣFe 含量达48%, $Fe_2O_3/SiO_2 = 0.50$, 具有火山沉积变质铁矿特征。磁铁石英岩发育条纹或条带状构造,此构造有些为韧性变形所致,大部分为原生沉积构造,并发育有韵律性沉积构造。磁铁角闪石英岩可能产于火山喷发间歇期的沉积岩中,原岩为富含铁质的燧石岩,形成于大陆边缘盆地或岛弧盆地。

4.3.3 围岩蚀变

矿床经过后期岩浆活动和不同程度的动力变质作用的改造,各种围岩蚀变较强烈,有绿帘石化、绿泥石化、蛇纹石化、电气石化、透闪石化、硅化和碳酸盐化等。

常见蚀变有硅化,表现为石英矿物成分增多,岩石矿物粒度细,部分石英矿物析出富集,形成石英细脉沿岩石层理分布;绿泥石化多见于岩石层

理的裂隙面和碎裂岩顶底板,为动力变质的产物;碳酸盐化在岩石中普遍发育,主要表现为细脉状,不规则沿岩石裂隙分布。

4.4 找矿方向

在汶上—东平铁矿成矿带第四系覆盖严重,所发现的铁矿床都是根据磁异常发现的,铁矿引起磁异常 ΔT 值一般500~1 200 nT,正异常呈规则或不规则长椭圆状断续分布,一侧或两侧常伴有强负异常;地面磁异常验证值在1 000~3 000 nT,且有负异常伴生。

5 结语

大牛地区第四系覆盖严重,厚度达30~50 m,其矿石主要类型为磁铁石英角闪岩,属强磁性岩石,而围岩及其他层岩石属弱磁性岩石,因此磁性矿体与围岩及盖层岩石具有明显的磁性差异,为在该区开展高精度磁测工作提供了充分的地球物理前提。磁异常平面形态、强度的差异,可以大致反映出矿体的

规模、埋深、产状及磁铁矿的含量情况。因此,该地区最好的找矿标志就是磁异常。

参考文献:

- [1] 曾广湘,吕昶,徐金芳.山东铁矿地质[M].济南:山东科学技术出版社,1998.
- [2] 宋明春,王沛成.山东省区域地质[M].济南:山东省地图出版社,2003.
- [3] 张增奇,刘明渭.山东省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.

- [4] 宋明春,徐军祥,王沛成,等.山东省大地构造格局和地质构造深化演化[M].北京:地质出版社,2009.
- [5] 王世进,万渝生,宋志勇,等.鲁西泰山岩群地层划分及形成时代——锆石 SHRIMP U-Pb 测年的证据[J].山东国土资源,2012,28(12):15-19.
- [6] 王继芳,王志亮,黄坤朋.山东东平大高庄铁矿床地质特征[J].地球,2014,(8):89-92.
- [7] 孔庆友,张天祯,于学峰,等.山东矿床[M].济南:山东科学技术出版社,2006.

Study on Origin Types and Prospecting Direction of Iron Deposit in Daniu Area in Dongping County of Shandong Province

XU Yousong, LUO Haiwei, ZHAO Jin, LI Qiang

(No.4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weifang 261021, China)

Abstract: Iron deposit in Daniu area locates in middle and north part of Wenshang - Dongping belt. Quaternary strata are widely distributed in this area, and Linyi group is its major strata. Its Ore-bearing strata are magnetite amphibolite quartzite in Shancaoyu formation of hidden late Archean Taishan group. The basement tectonic line is 310° with the trend of northwest. Folds and faults developed well. Its sizes are unequal, and the ore bodies are damaged in certain degree. The natural types of ores are fine grain strip and strip shaped magnet amphibolite quartzite. The top rocks and the bottom rocks (biotite granulite) have a clear boundary. Dunn bass and complex can be seen along the trend and tendency. It is a finite stretched tabular deposit in general. Major ore controlling factors are strata, regional structures and regional metamorphism. It is a metamorphic sedimentary iron deposit.

Key words: Metamorphic sedimentary iron deposit; origin types; prospecting direction; Dongping county in Shandong province