



山东省东平—汶上地区铁矿床 地质特征及成矿模式

张英梅

(山东省鲁南地质工程勘察院, 山东 兖州 272100)

摘要:研究区为鲁西地区重要的成矿带——东平—汶上铁矿带,该铁矿带内已探明彭集、张家毛坦、化肥厂等多个大中型铁矿床,说明该成矿带具备优越的成矿地质条件及良好的找矿潜力。通过剖析近年来区内典型矿床的最新勘查成果,从矿床控矿地层、成矿时代、成矿物质来源、矿化阶段、矿体特征及物探异常等8个方面进行系统分析,开展了铁矿成矿规律研究;根据东平—汶上铁矿带的成矿时代、赋矿层位、含铁建造及岩石组合,结合成矿规律的分析,初步建立了“东汶式”铁矿床成矿模式。

关键词:铁矿;地质特征;成矿规律;成矿模式;BIF;东平—汶上地区

中图分类号:P618.31 **文献标识码:**A

引文格式:张英梅.山东省东平—汶上地区铁矿床地质特征及成矿模式[J].山东国土资源,2018,34(4):8-13.
ZHANG Yingmei.Geological Characteristics and Metallogenic Model of Iron Deposit in Dongping—Wenshang Area in Shandong Province[J].Shandong Land and Resources, 2018,34(4):8-13.

东平—汶上铁矿带是鲁西地区重要的成矿带,地理位置从东平县陈家庄至汶上县大屯镇^[1]。区内铁矿床分布较广,已探明彭集、张家毛坦、化肥厂等多个大中型铁矿床,矿床类型为沉积变质型^[2]。

1 成矿地质背景

东平—汶上铁矿带处于华北板块(I)鲁西隆起区(II),跨越鲁中隆起区(II_a)之东平—肥城断隆(II_{a4})的东平凸起(II_{a4}²)与鲁西南潜隆起(II_b)之菏泽—兖州潜断隆(II_{b1})的汶上—宁阳潜凹陷(II_{b1}³)^[3]。

1.1 地层

区内发育的地层由老到新为新太古代泰山岩群雁翎关组、山草峪组,寒武纪长清群馒头组、九龙群张夏组、崮山组及新生代古近系、第四系,地表大部分被第四系覆盖(图1)^[4]。

其中与铁矿成矿关系密切的为新太古代泰山岩群,构成了该区的结晶基底,主要包含两个岩性组:雁翎关组、山草峪组。雁翎关组岩性以细粒斜长角

闪岩、角闪变粒岩为主;山草峪组岩性主要为变粒岩,其遭受大面积的变质作用,片理发育,构成了该区铁矿的主要赋矿层位^[5]。

1.2 构造

区内构造主要表现为褶皱构造、断裂构造。
褶皱构造:根据研究区磁异常的解译结果推测,并结合钻孔中钻遇地层资料分析可得,彭集—田家庄异常带和张宝庄—化肥厂异常带形态上表现为背斜构造,二者皆由山草峪组地层组成,中间为雁翎关组地层。两翼倾向SW,构成了次级同斜背斜构造。

断裂构造:主要发育有近EW向汶泗断裂F₃,NW向F₁,NE向F₂,近SN向F₄。其中,汶泗断裂为区内规模最大的断裂;F₂形成时间较晚,对矿体的连续性造成的影响较大。

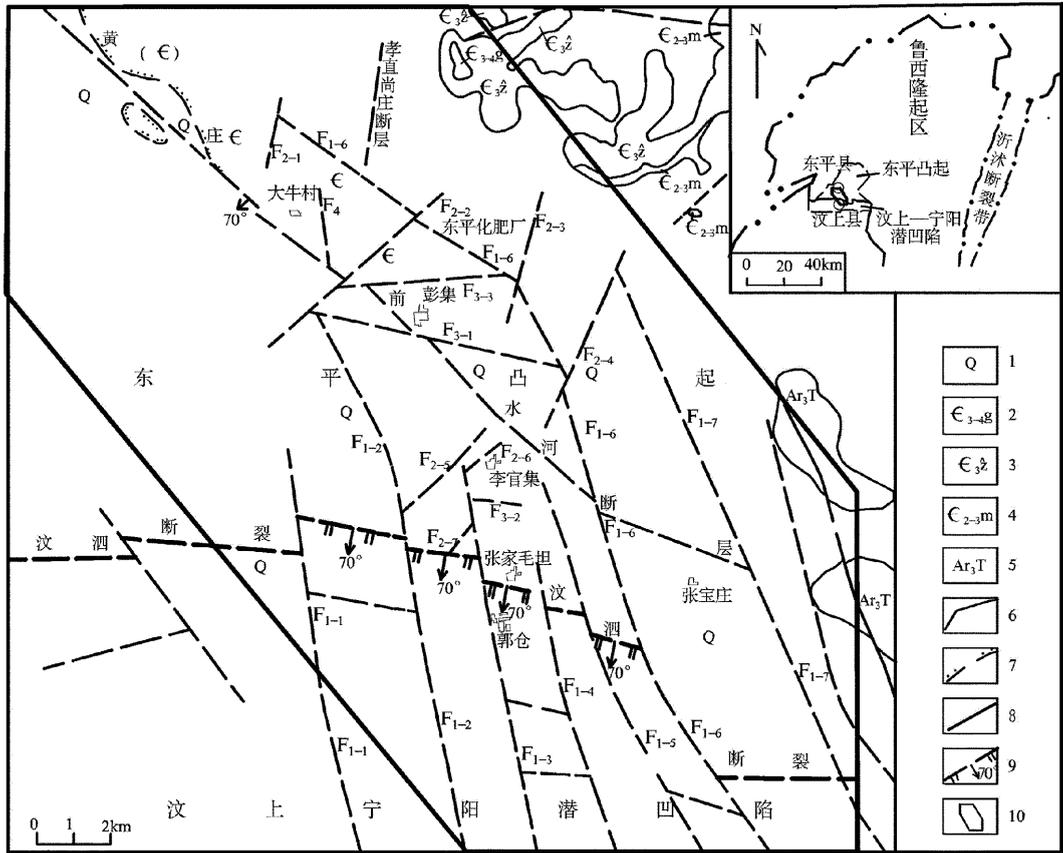
1.3 岩浆岩

研究区内岩浆岩主要呈脉状产出,岩性主要为花岗岩、辉长岩、辉绿岩、闪长岩类、石英正长斑岩等,主要分为新太古代、中生代两大系列。新太古代

收稿日期:2017-04-05;修订日期:2017-05-24;编辑:王敏

基金项目:山东省地质勘查项目“山东省东平—汶上铁矿成矿带成矿规律及找矿远景研究”(鲁勘字[2008]88号)

作者简介:张英梅(1989—),女,河北衡水人,工程师,主要从事金矿、铁矿勘查工作;E-mail:609237648@qq.com



1—第四系;2—寒武纪固山组;3—寒武纪张夏组;4—寒武纪馒头组;5—泰山岩群;6—实测地质界线;7—隐伏盖层地质界线;8—实测正断层;9—推测正断层及产状;10—研究区范围

图 1 东平—汶上地区地质简图

(底图据张增奇等,2014)

侵入岩主要分布于东平凸起区,由一套 TTG 系列岩石组成,总体呈 NW 向展布;中生代侵入岩多裸露于东平凸起的南部及各断裂构造的结合部位。

1.4 地球物理特征

1.4.1 岩矿石磁性特征

研究区各类岩石磁性参数详见表 1^[6],由表 1 可知,研究区“鞍山式”铁矿磁性最强,变质岩系次之。据此,参照区域物性特征,将研究区岩(矿)石分为强磁性的磁铁矿石类、磁性不均匀的侵入岩与变质岩类和弱磁性或无磁性的沉积岩类。

1.4.2 航磁异常场特征

研究区位于 NW 向磁异常带上(图 2)^[7],区内航磁异常呈带状分布,具备了异常强度较高、梯度大、梯度变化明显的特点^[3],其划定的各异常特征详见表 2。

1.4.3 垂直磁力异常特征

表 1 岩(矿)石磁性参数统计

岩石类型	岩矿石名称	件数	磁感强度 K	剩磁强度 Jr	
			($10^{-6} 4\pi SI$)	($10^{-3} A/m$)	
强磁性	铁矿石	磁铁矿	21	3000~20000	0~15000
磁性不均匀	侵入岩	二长花岗岩		650	270
		石英闪长岩	12	0~102	120
	变质岩	斜长角闪岩	2	1870	2000
		花岗闪长岩	5	400	0
弱磁性或无磁性	沉积岩	黑云变粒岩	8	3287	6000
		页岩	30	0	0
		泥质灰岩	38	650	0
		灰岩	35	0~52	0~40

据黄太岭等,2002 年。

研究区北部分布有大牛、化肥厂、田庄等异常,南部主要为彭集、冯家庄、张宝庄等异常,整个异常结构呈“S”型,均以 NW,SN 走向相交于彭集异常北端^[8]。其中彭集异常带规模最大,呈 NNW 向带状分布,以 600 γ 等值线圈定异常,长度为 10 km,宽为 0.4~1.5 km,在其异常南端发育有椭圆状异常,

最大异常强度达 16 930 γ ,从平面上看两侧近于对称,且西侧略缓于东侧。

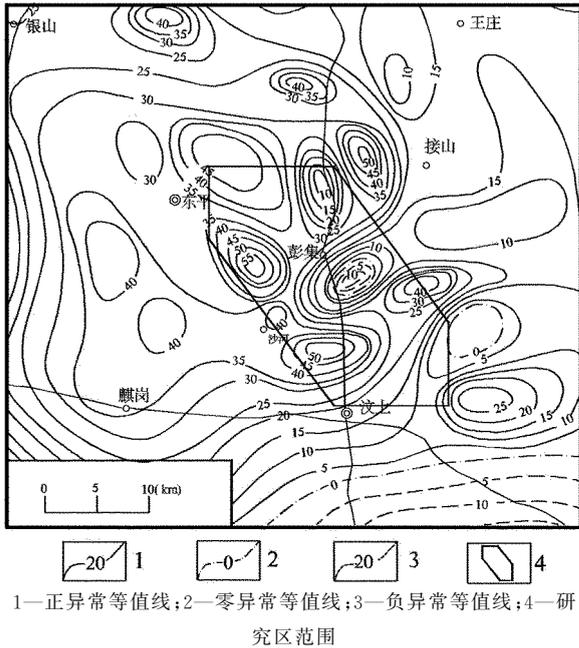


图 2 东平—汶上地区区域航磁 ΔT 异常平面图
(底图据黄太岭等,2002)

表 2 研究区各异常特征

异常	研究区分布位置	形态	长度(km)	宽度(km)	异常极值(nT)	备注
正异常	西北部	NW 向带状	10	1.5	55	经验证为矿致异常
	南部	NE 向带状	2	0.8	40~50	
负异常	中偏东部	NE 向椭圆状	0.5	0.3	-10	

1.4.4 重力异常特征

研究区中部很明显呈现出一条近于 SN 走向的重力梯级带,造成梯度带的原因主要为出露的斜长角闪岩。将重力异常图与磁场图进行对比可以看出,研究区内几条大的磁异常带均位于重力梯级带上,对寻找此类型铁矿具有良好的指示作用^[9]。

2 典型矿床地质特征

研究区内铁矿床主要赋存于泰山岩群山草峪组中,赋矿层位具有特殊性。目前区内已探明的有彭集、张家毛坦、张宝庄、李官集、大牛庄、化肥厂、大高庄等大、中型铁矿床^[10]。

2.1 彭集铁矿床

彭集铁矿床位于东平—汶上铁矿成矿带的中部,为研究区内最大的铁矿床。矿体多呈层状、似层

状、透镜状产于泰山岩群山草峪组含铁建造岩系中,总体走向 NW,大致为 340°~345°,倾向 SW,倾角 60°~77°,最大控制深度达-616 m。矿床内共圈定 41 个矿体,呈层状、似层状产出,产状与地层片理一致。矿体沿走向、倾向呈舒缓波状,且具分支、复合的特点。矿体控制长度 5 193 m,控制最大斜深 620 m。厚度 1.00~37.40 m,平均 6.33 m;mFe 品位 21.64%~27.80%,平均 23.99%。矿石矿物主要为磁铁矿,脉石矿物以石英、普通角闪石为主,其次为阳起石、黑云母等。矿石结构主要为柱粒状变晶结构,主要构造有条纹条带状构造及块状构造等。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。

2.2 张家毛坦铁矿床

张家毛坦铁矿床位于东平—汶上铁矿带西南部,属于中型铁矿床,赋存于隐伏新太古代泰山岩群山草峪组中。

矿床内圈定 14 个矿体,均呈层状、似层状产出,产状与地层片理一致,走向 NW,倾向 SE,倾角在 45°~60°之间。矿体厚度 1.00~11.10 m,平均 5.60 m;mFe 品位 17.60%~31.91%,平均 19.85%;TFe 品位 22.98%~36.53%,平均 27.95%。矿石矿物主要为磁铁矿,其次为少量的赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿等;脉石矿物以石英、普通角闪石为主。矿石结构主要为柱粒状变晶结构,呈条纹条带状构造及块状构造等。

该矿床内共存在 3 条明显的 NW 走向的条带状磁异常(ΔT 异常下限以 500nT 等值线圈定),由西向东依次编为 I, II, III 号(图 3)。总体来看, I, II, III 号异常带所处的地质环境为新太古代泰山岩群的山草峪组;异常带走向 NW,与地层走向基本一致,各异常带均由地层中的具有磁性的地质体引起,经勘查证实,主要由条带状角闪磁铁矿石岩等铁矿体引起。

2.3 张宝庄铁矿床

张宝庄铁矿床位于东平—汶上铁矿带东南部,为大型铁矿床。区内第四系广泛分布,下伏地层主要为新太古代泰山岩群雁翎关组、山草峪组和古近纪官庄群朱家沟组。矿床由 25 个铁矿体组成,其中以 II 号矿体规模最大,其铁矿石资源量占总资源量的 89.65%。II 号矿体表现为似层状、层状,走向约

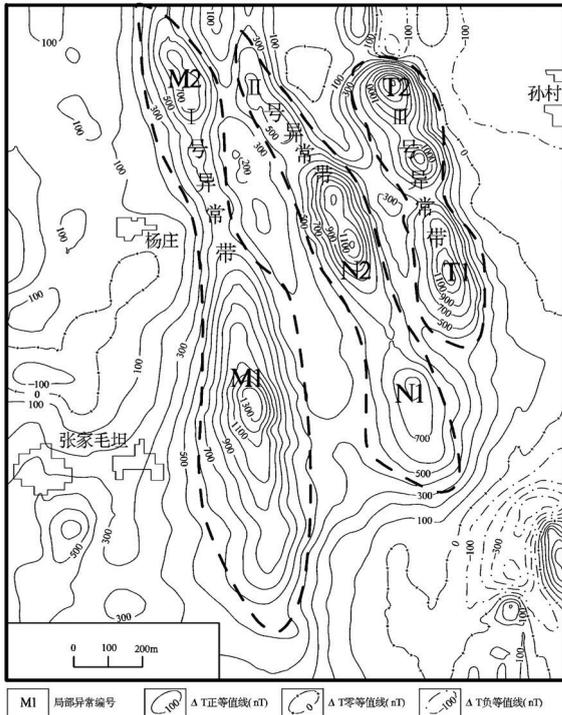


图3 张家毛坦铁矿矿区高磁异常图

(据《山东省汶上县张家毛坦地区铁矿普查高精度磁测工作简报》修改)

342°,倾向SW,倾角45°~62°,随着深度的增加稍有变缓的趋势,最小达27°,矿体沿走向延伸近1.9 km,沿倾向延深达1.3 km。矿体mFe平均品位21.01%,TFe平均品位30.01%,平均真厚度为22.83 m。矿物成分主要为磁铁矿,次为黄铁矿、磁黄铁矿等;脉石矿物主要为石英、普通角闪石、铁闪石。矿石具粒状变晶结构,呈细脉浸染状构造、条带状构造。矿体围岩主要为条带、条纹状含磁铁(石榴)角闪石英岩、黑云变粒岩等。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。

2.4 李官集铁矿床

李官集铁矿床位于东平—汶上铁矿带西南部、张家毛坦铁矿床北部,规模为中型。矿床由13个矿体组成,其中以1号规模最大。1号矿体呈层状、似层状,控制长度为1365 m,被 F_{2-1} 断层错开,分成南北2段。矿体走向约为152°,倾向SW,倾角75°左右,沿倾向延深向东弯曲的趋势,倾角近90°,赋矿标高-136 m~-520 m。矿体TFe品位20.77%~25.96%,平均品位24.05%;矿体厚度在7.25~101.17 m之间,平均42.72 m。

3 成矿规律

(1) 控矿地层

东平—汶上铁矿带内的铁矿体赋存于泰山岩群山草峪组中,赋矿层位具有专属性,矿床类型属沉积变质型。矿层遭遇断裂后易产生错断。

(2) 成矿物质来源

通过采集各铁矿床内矿石及围岩进行主量元素分析、硅酸盐全分析、微量分析、稀土元素分析^[11],并配合原岩恢复分析,证实研究区磁铁矿石岩物质来源为海底火山喷发活动,地壳深部和上地幔的热液在上侵过程中携带了大量的硅质及铁质成分喷出,随着这些物质的先后沉积,形成了明暗相间的厚度不同的铁质层、硅质层,其韵律层则代表了当时海底火山喷发活动的周期^[12]。

(3) 含铁建造

东平—汶上地区铁矿带主要是一套条带状石英型磁铁矿建造,其岩石组合主要为黑云变粒岩、黑云变粒岩夹斜长角闪岩。

(4) 成矿时代

通过对山草峪组黑云变粒岩碎屑锆石进行SHRIMP U-Pb测年数据为 $(2\ 572 \pm 16)$ Ma, $(2\ 544 \pm 6)$ Ma^[15-16],该地层形成时代为 $(2\ 750 \sim 2\ 540)$ Ma,因此,通过以上测年数据结合含矿层位综合分析,认为研究区铁矿成矿时代为新太古代。

(5) 矿化阶段

矿床矿化大致划分为5期:①沉积期;②绿帘—角闪岩相变质期;③褶皱变形期;④韧性剪切和热液蚀变期;⑤抬升氧化期。

(6) 成矿空间

东平—汶上铁矿带含铁建造呈同斜复背斜褶皱形态,即铁矿带的含铁建造赋存于NW向同斜复背斜的两翼及核部,是区内最重要的控矿、容矿构造。研究区条带状石英型磁铁矿层与含铁建造呈同形褶皱状^[17],铁矿体明显可分为两条矿带,在平面图上看,铁矿带大致呈两条近乎平行的带状分布,从剖面图上看,铁矿体则呈“SW倾向同斜”的背斜状产出。

(7) 矿体特征

东平—汶上铁矿带总体走向NW,倾向SW,呈舒缓弧形,南翼走向NW,北翼走向相对向NWW偏转;矿体南翼倾角45°~60°,向北翼逐渐变陡至60°~70°,核部李官集矿床最陡,倾角可达61°~

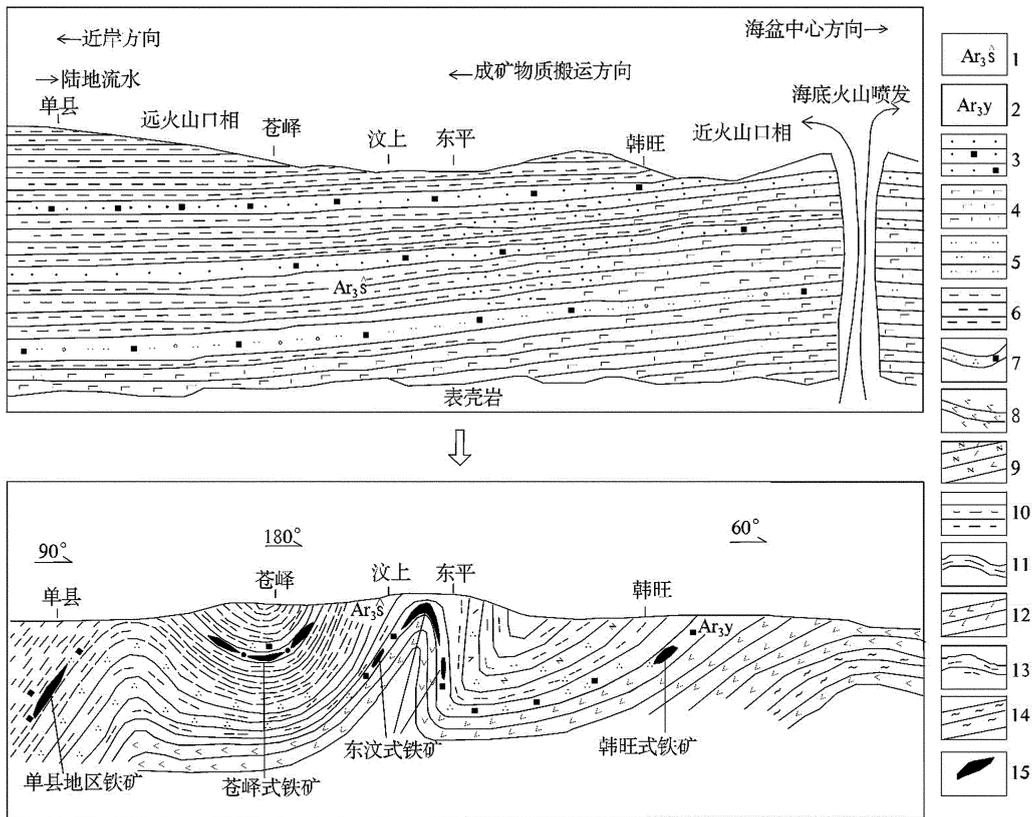
89°。矿体一般呈层状、似层状产出，厚度 1.00~42.72m，平均 6.06 m；矿石中 mFe 品位一般为 20%~25%。背斜构造的核部，矿体大多相对富集，厚度变大，品位较高；远离核部则规模变小，厚度变薄，品位下降。在成矿带纵向上由北向南品位无明显变化。矿石岩性主要为角闪磁铁石英岩、磁铁石英角闪岩、磁铁角闪石英岩等，主要发育条纹条带状构造。

(8)物探异常

东平—汶上铁矿带通常呈 NW 向带状分布特征，铁矿石磁性强烈，且具有较大的视密度特征；矿石矿化越强，其磁性越强，视密度也越高；根据其自身固有属性，即“高磁高重”。因此，重、磁异常是寻找该类型铁矿床的主要勘查手段。

4 成矿模式

沉积变质型铁矿床在鲁西地区分布广泛，根据成矿时代、赋矿层位、含铁建造及岩石组合的不同，主要建立了“苍峰式”和“韩旺式”2 种成矿模式^[18-19]。通过该次研究工作，根据东平—汶上铁矿带的成矿时代、赋矿层位、含铁建造及岩石组合，结合区内典型矿床的地质、地球物理特征及成矿规律的分析，初步建立了“东汶式”铁矿床成矿模式^[20-21]（图 4）：“东汶式”铁矿主要分布于汶上至东平一带，向北可延至东阿，分布面积 360 km²，矿体赋存于走向 NW、倾向 SW 的同斜复式背斜构造，两翼为赋存铁矿床的泰山岩群山草峪组底部，核部为泰山岩群雁翎关组上部。



1—山草峪组；2—雁翎关组；3—含铁碎屑岩；4—玄武岩；5—粉砂岩；6—粘土岩；7—磁铁石英岩；8—角闪变粒岩；9—斜长角闪岩；10—黑云变粒岩；11—浅粒岩；12—角闪片岩；13—云母片岩；14—绿泥片岩；15—铁矿体

图 4 东汶式、苍峰式、韩旺式铁矿区域成矿模式图

(据倪振平等, 2010, 有修改)

5 结论

(1)研究区地层发育完整，构造以褶皱、断裂的

形式发育，岩浆岩以脉状产出，地球物理特征明显，成矿地质背景优越。

(2)从多角度系统总结了成矿带的成矿规律：泰山岩群山草峪组是 BIF 型铁矿的重要赋矿层位，背

斜或复背斜对矿床形成起着重要的控制作用,“高磁高重”是BIF型铁矿的物探异常特征。

(3)据东平—汶上铁矿带的成矿时代、典型矿床的地质、地球物理特征、成矿规律的分析,首次在该区建立了“东汶式”铁矿成矿模式,对在该区寻找该类型矿床具有指导意义。

参考文献:

- [1] 谢祥,司荣军,杜显彪,等.山东省东平—汶上铁矿带铁矿床地球化学特征分析[J].地质找矿论丛,2015(4):40-48.
- [2] 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,1998:1-30.
- [3] 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.
- [4] 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,2006:1-20.
- [5] 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,1996:1-30.
- [6] 黄太岭,高建国.山东省区域地球物理场[J].山东地质,2002,18(3-4):88-94.
- [7] 胡伟.鲁西地区航磁特征及其反映的地质意义[J].中国煤炭地质,2016,28(7):52-68.
- [8] 张旭,甘延景,梁栋彬,等.高精度重力磁法在苍山县沟西铁矿勘查中的应用[J].山东国土资源,2009,25(11):28-33.
- [9] 施兴,彭朝晖,王德启,等.重力勘查在寻找铁矿上的应用[J].物探与化探,2012,36(2):159-162.
- [10] 王继芳,徐然.山东省东平县大高庄铁矿床地质特征及矿床成

因[J].山东国土资源,2016,32(5):31-36.

- [11] 钟国绘,黄智辉.铁山岩体东部矿床成矿建造及矿床成因和找矿方向[J].资源环境与工程,2012,26(6):551-556.
- [12] 李延河,侯可军,万德芳,等.前寒武纪条带状硅铁建造的形成机制与地球早期的大气和海洋[J].地质学报,2010,84(9):1359-1373.
- [13] 万渝生,董春艳,颜颜强,等.华北克拉通早前寒武纪条带状铁建造形成时代——SHRIMP 锆石 U-Pb 定年[J].地质学报,2012,86(9):1447-1478.
- [14] 万渝生,刘敦一,王世进,等.华北克拉通鲁西地区早前寒武纪表壳岩系重新划分和 BIF 形成时代[J].岩石学报,2012,28(11):3457-3475.
- [15] 王世进,万渝生,宋志勇,等.山东省前寒武纪地层形成时代——同位素地质测年的证据[J].山东国土资源,2011,27(11):1-6.
- [16] 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):15-23.
- [17] 肖珍容,汪云,张宪尧.山东省苍峰铁矿刘岭矿区地质特征、成矿规律及远景评价[J].西部探矿工程,2014(6):83-86.
- [18] 郝兴中,杨毅恒,李英平,等.山东苍峰铁矿带预测模型[J].吉林大学学报(地球科学版),2013,43(4):1136-1142.
- [19] 孙茂田,安仰生,张忠涛.苍峰铁矿带地质特征及找矿远景分析[J].山东国土资源,2017,33(4):6-14.
- [20] 张国权.山东省东平—汶上地区铁矿带成矿规律及成矿预测[D].北京:中国地质大学(北京),2015:69-71.
- [21] 张国权.山东省东平—汶上地区铁矿床成因探讨[J].山东国土资源,2017(6):23-29.

Geological Characteristics and Metallogenic Model of Iron Deposit in Dongping—Wenshang Area in Shandong Province

ZHANG Yingmei

(Lunan Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: Dongping—Wenshang iron ore belt is an important metallogenic belt in western Shandong province. A number of large and medium-sized iron deposits, such as Pengji, Zhangjiaotaotan and Chemical fertilizer plant have been found in this area. It is showed that the metallogenic belt has favorable metallogenic conditions and good prospecting potential. Through analysis on the latest survey results from the main ore controlling strata of typical deposits in the region in recent years, such as ore controlling strata of ore deposit, metallogenic age, source of metallogenic materials, mineralization stage, ore body characteristics and geophysical anomalies, iron ore metallogenic regularity has been carried out. According to the ore bearing strata, iron formation and rock combination, combining with the analysis of metallogenic regularity, "Dongwen type" iron deposit metallogenic model has been established.

Key words: Iron deposit; geological characteristics; metallogenic regularity; metallogenic mode; BIF; Dongping—Wenshang region