

山东省莱州—安丘铁成矿带成矿规律探析

董银峰,徐金欣,赵金,李明波,杜振明

(山东省第四地质矿产勘查院,山东 潍坊 261021)

摘要:成矿带内主要赋矿层位为古元古代粉子山群和荆山群变质地层,铁矿成因可归纳3种成因类型,即层控沉积变质型、受断裂构造控制的高-中温热液型和岩浆熔离型。沉积变质铁矿层控特征明显,其赋存层位为古元古代粉子山群小宋组;热液型铁矿严格受断裂构造、层间构造所控制,不论在垂向或水平方向上与蛇纹岩或磁铁蛇纹岩均呈过渡关系,矿体多呈形态复杂的透镜状产于古元古代粉子山群小宋组和荆山群野头组祥山段;岩浆熔离型铁矿位于昌邑—大店断裂与平度断裂相接部位,成矿母岩为古元古代莱州岩套西水沓细粒变辉长岩,矿体赋存于古元古代荆山群野头组中。

关键词:莱州—安丘铁成矿带;沉积变质;成矿规律;山东省

中图分类号:P618.31

文献标识码:A

引文格式:董银峰,徐金欣,赵金,等.山东省莱州—安丘铁成矿带成矿规律探析[J].山东国土资源,2015,31(5):7—12.DONG Yinfeng, XU Jinxin, ZHAO Jin, etc. Metallogenic Regularity of Laizhou—Anqiu Iron Ore-forming Belt in Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(5): 7—12.

成矿带位于胶东半岛西北侧,包括潍坊昌邑市和安丘市、烟台莱州市、青岛平度市。区内大部分地区位于莱州湾以南,潍河、胶莱河冲积平原区,少量地区为胶东丘陵地区,海拔40 m以下,北部地区海拔高度在4~10 m,地势平坦。胶莱河和潍河流经成矿带西侧,供水条件良好。年平均气温11.9℃。交通便利,胶济铁路、济青和潍莱高速公路、206和309国道均穿过成矿带。矿业主要有金、铁、石墨矿、膨润土、天然卤水、石材等。

1 地质背景

成矿带位于沂沭断裂带东侧,大地构造位置属于中朝准地台(I级)的鲁东隆起区(II级)之西部和鲁西隆起区(II级)东部边缘^[1](图1)。

1.1 地层

区内地层主要为古元古代粉子山群、荆山群及广泛分布的第四纪松散堆积物。其中粉子山群小宋组和荆山群野头组祥山段为铁矿体重要的赋存地层^[2]。

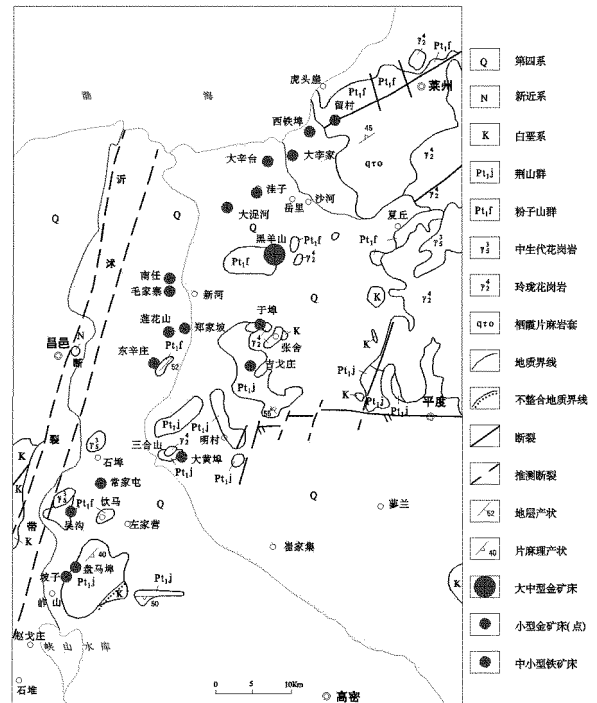


图1 山东省莱州—安丘铁成矿带地质略图

收稿日期:2014-01-07;修订日期:2014-06-16;编辑:曹丽丽

项目来源:2006年度山东省省直矿费地质勘查项目“山东省莱州—安丘铁成矿带资源潜力调查及成矿预测”鲁勘字(2006)42号

作者简介:董银峰(1975—),男,陕西周至人,高级工程师,主要从事矿产勘查工作;E-mail:13563666051@163.com

1.2 构造

前寒武纪地层构成了区内变质结晶基底,变质岩系经历了长期复杂的演变过程和多次的构造运动,使其进一步复杂化。

1.2.1 褶皱构造

根据构造形迹,该区褶皱构造由北向南分为:莱州-朱马复背斜,黑羊山-夏丘向斜,马戈庄-吉戈庄复背斜,饮马向斜。其构造形态有的以紧密的褶皱,但多数为中等倾斜的短轴褶皱及穹窿构造。

1.2.2 断裂构造

区内断裂构造可分为 3 个构造体系,即 EW 向、NE 向及 SN 向断裂组。

(1)EW 向断裂组。门村断裂,为平度断裂的西延部分,该断裂具有多次活动的特点,由于 SN 向断裂的切割,略有南移。断层走向 EW,倾向 S,倾角 50°,破碎带宽约几十米,最宽可达百余米。有糜棱岩化和构造角砾岩,是胶莱坳陷和胶北隆起的分界线。

(2)NE 向断裂组。区内的 NE 向断裂有新河-饮马-坡子断裂、宝落-张舍断裂、太保庄断裂、姜家庄子断裂、张戈庄断裂、门村-唐田断裂等。

(3)SN 向断裂组。宝落-孙家村断裂,走向 NE 5°~10°,是区内规模较大的断层,倾向 SE,倾角 60°~65°,宽 10~20 m,长度大于 1 000 m,带内以断层角砾岩、碎裂岩为主,褐铁矿化、碎裂岩本身蚀变不强。

总之,该区构造最早为近 EW 向,NE 向断裂切割了近 EW 向的断裂,NW 向构造是区内最晚的。区内多为隐伏断裂,仅局部地段有出露。

1.3 岩浆岩

区内岩浆岩自太古宙至中生代均有发育,以中生代印支期和燕山期为主,其次为元古宙侵入岩局部出露,太古宙侵入岩经历了强烈的变质变形后,已被改造成 TTG 片麻岩系。岩石类型以酸性为主,中性和基性岩次之,有元古宙吕梁期辉石闪长岩、印支期花岗岩和燕山期花岗岩类。区内侵入岩空间分布多出露于隆起区和断裂带附近,其形成多与不同期次断裂有关。

2 区域航磁异常分布及规律

区域磁场处于鲁东低负磁场与沂沭断裂带复杂

磁场的交接处,为一弧形异常带为主的复杂磁场区(图 2)。以磁异常形态和分布的地理位置来划分,区内可分为 3 个异常区,即西部异常区,中部异常区和东部异常区。

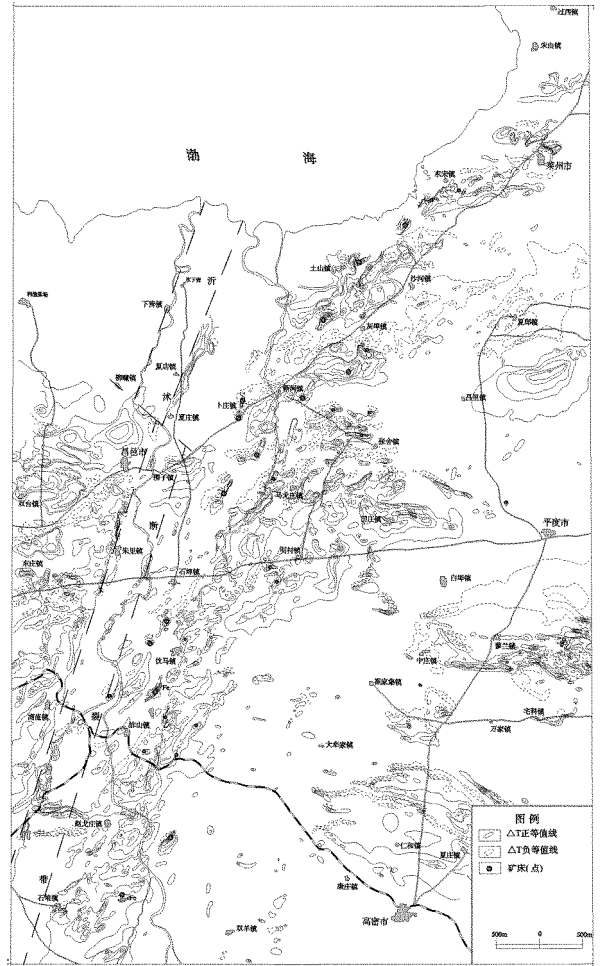


图 2 山东省莱州-安丘航磁异常分布图

2.1 西部异常区

该异常区指昌邑-大店断裂以西的异常分布区。该区异常特点为正、负磁场交替,以较大的正磁场为主。异常分布较零乱,异常形态多为条带状、走向多呈 NE—NEE 向,近断裂带部位异常分布方向与断层一致。北部的异常多呈椭圆状或不规则状,以正异常为主,极值在 500 nT 左右,一般异常范围较大,梯度较缓。

该异常区多被第四系覆盖,经钻探揭示,北部主要为白垩纪地层和古近纪地层及新近纪玄武岩。

所以,西部异常区与不同岩性的分布相吻合,根据磁异常特征,结合地质条件,西部磁异常绝大部分

为中基性火成岩引起。

2.2 中部异常区

中部异常区,是指南起安丘石堆,北到莱州,西经昌邑-大店断裂为界;东从高戈庄—辛安—沙河一线,异常集中为一带状异常群,带宽约 10 km,长约 100 km。区内异常较多,磁场较复杂,以波动的负磁场为背景多呈条带状的正负异常。具有一定规律,方向性较强,自南而北先呈 NNE 向,至新河后转 NE 向,再转约 NEE 向,与该区总体构造线的方向协调一致。该区异常特点是小而多,编号者有 60 个,多数异常强度不高,范围较小,异常之间不连续,形态以条带状为主,其方向与整个异常带的展布方向基本一致。中部异常区磁异常较多,比较集中,其中,经验证由不同成因类型铁矿引起的异常占异常总数的 1/3 以上。

2.3 东部异常区

该区磁场较为平稳,异常呈区域性局部集中,按其分布情况可为 3 个异常区,即二甲、蓼兰、高密东北异常区。

二甲异常:异常范围较大,100 nT 闭合圈定呈 NEE 向,长约 20 km,△T_{max} 为 910 nT,曲线圆滑,梯度很缓,北侧略陡,整个异常近椭圆形。异常

分布区有几期不同时代的酸性岩体,异常北部为荆山群地层,西部有中生代王氏组出露,在异常区内的酸性岩体内发现岩石中含磁铁矿颗粒。因此,前人曾推测异常为岩体引起,属非矿异常。

蓼兰、高密东北两异常区:在平稳的磁场中同现较大的正、负交替异常,异常多呈条带状,方向性强,一般为 NE 向和 NW 向,强度在 500~1 000 nT 之间,梯度一般,异常局部集中。由于该异常发育于中生代盆地内,推测是由中、基性岩体所引起。

3 铁矿床地质特征及成矿规律

在莱州-安丘铁成矿带,已经发现了许多铁矿床及矿(化)点,而且已经探明或评价了十多处有工业价值的中、小型铁矿床,如昌邑南任铁矿、高戈庄铁矿、莱州大湍河铁矿、昌邑东辛庄-莲花山铁矿、坡子铁矿、郑家坡铁矿等。区内铁矿成因类型较为复杂,从已发现的矿床类型来看,基本可以归纳为 3 种不同成因,包括受古元古代粉子山群小宋组地层控制的沉积变质型铁矿(昌邑东辛庄-搭连营铁矿);受断裂控制的高-中温热液型铁矿(莱州大湍河铁矿)和古元古代岩浆熔离型铁矿(昌邑高戈庄铁矿)(表 1)。

表 1 山东省莱州-安丘铁成带铁矿成因类型及其地质特征

矿床成因类型	围岩	围岩蚀变	矿石矿物	脉石矿物	矿石结构构造	矿体形态	全铁品位与伴生元素/%	矿床实例
古元古代变质沉积型铁矿床	大理岩、角闪岩	硅化、黄铁矿化、闪石化	磁铁矿、黄铁矿、赤铁矿	石英、黑云母、角闪石	他形、半自形变晶结构,块状、条带状构造	层状似层状	TFe 20~26, S 0.38, P 0.043, 硅酸铁 1.25	昌邑东辛庄-搭连营铁矿床
中元古代岩浆熔离型铁矿床	大理岩、斜长角闪岩、花岗质片麻岩	蛇纹石化、绿泥石化、蛭石化、透闪石化	磁铁矿、钛磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿、黄钾铁矾	角闪石、辉石、橄榄石、磷灰石、电气石	海绵陨铁结构,致密块状、条带状、巨晶状构造	扁豆状似层状	TFe 30~45, 最高 60~70; S 0.03~0.29, 最高 29; P 0.03~0.48; V ₂ O ₅ 0.004~0.15; TiO ₂ 0.06~1.53; 少量 Th, Ga, U	昌邑高戈庄及于埠铁矿床
中生代燕山期后期热液型铁矿	斜长片麻岩、大理岩、透辉岩	矽卡岩化、透辉石化、蛇纹石化、阳起石化	磁铁矿、假象赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿	蛇纹石、透闪石、方解石、透辉石、绿泥石、石榴子石	自形一半自形粒状交代残余结构,块状、条带状、浸染状构造	透镜状囊状脉状	TFe 35~38, 最高 63.5; S 0.16~0.3; P < 0.3	莱州西铁埠及大湍河铁矿床

3.1 沉积变质铁矿控矿层位及成矿规律

在该区已经查明的沉积变质型铁矿床,有昌邑东辛庄-莲花山铁矿、昌邑郑家坡铁矿、昌邑吴沟铁矿、昌邑坡子铁矿等。它们所处的构造位置、含矿层位、围岩特征、矿体形态及产状、矿石类型及有益组

分含量基本一致,反映了该区沉积变质铁矿在形成和分布与构造线的一致性。

沉积变质矿床所处的构造部位,主要分布在莱州复背斜的两翼。已揭露和控制的矿体,它们在空间上基本一致,呈 NE 向断续分布。矿层 2~5 层,厚度 0.5~5 m,矿体呈层状、似层状,一般规模不

大,品位低。矿体产状与地层产状一致,倾向 SE,自然构成 NE 向条带(图 3)。

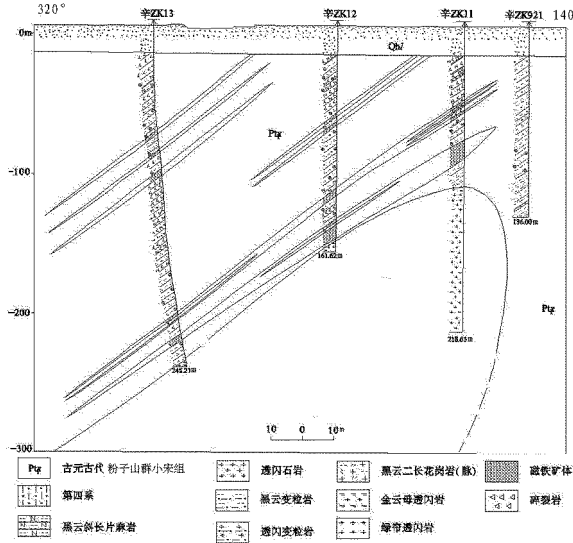


图 3 搭连营矿段第 92 勘探线地质剖面图

矿石矿物主要为磁铁矿、赤铁矿;其次为黄铁矿、褐铁矿,脉石矿物主要有石英、角闪石、黑云母、透闪石、绿泥石等。多组成磁铁矿石英岩型、角闪磁铁矿石英岩型、黑云磁铁矿石英岩型等矿石类型。矿石具块状、条带状构造,粒状变晶结构、鳞片状、纤状花岗变晶结构。矿石品位 TFe 一般在 20%~35%,少数高者在 40% 以上;SFe 一般在 28% 左右, SiO₂ 30%~50%, S 0.003%~0.3%, P 0.004%。

沉积变质铁矿的含矿层位,为古元古代粉子山群小宋组。与斜长角闪岩、角闪片岩、黑云片岩等绿色片岩、片麻岩有关。由上述岩石类型组成含铁岩系。含铁岩系的下部层位往往向混合岩过渡,上部层位属片麻岩类及大理岩类。

3.2 热液型铁矿控矿地质条件及成矿规律

区内已经查明的热液交代型铁矿有昌邑南任铁矿、昌邑毛家寨铁矿、平度任家洼铁矿,莱州大泲河铁矿和西铁埠、洼子铁矿。除此之外,平度大黄埠、昌邑日戈庄、王家庄等矿点、矿化点也属此范畴。

该类型铁矿严格受断裂构造、层间构造和基性岩体所控制。不论在垂向或水平方向与蛇纹岩或磁铁蛇纹岩均呈过渡关系,矿体多呈透镜状、顺层状产于荆山群野头组祥山段地层中。局部矿体形态复杂,厚度变化大,并明显与围岩斜切,呈现与断层构造及层间裂隙均有密切关系的迹象。矿体呈多个重叠出现,单个矿体厚 2~10 m,最厚 61.47 m(图 4)。

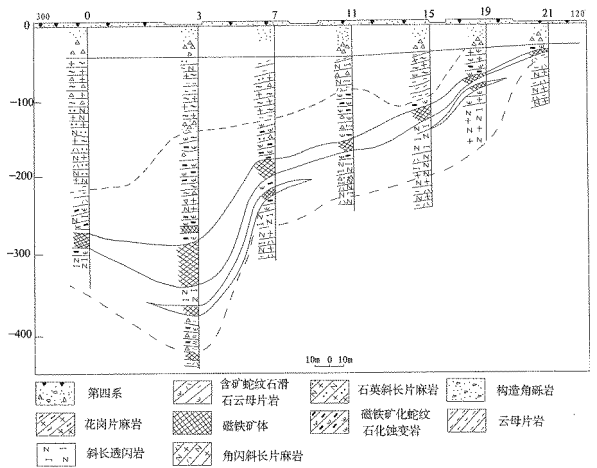


图 4 莱州大泲河铁矿矿床地质剖面图

矿石以自形、半自形—他形晶粒状结构为主,并见有包含结构、交代残余结构、骸晶结构。矿物以浸染状构造为主,其次为条带状、块状构造,碎裂构造少见。矿物结晶颗粒较粗大,一般长 1~2 mm,矿石的物质成分较复杂,反映了矿床成因的复杂性。

热液型铁矿所处的构造部位,主要分布在莱州复背斜的 NW 翼和饮马向斜的 E 翼。以钻孔资料分析,该区热液型铁矿床在空间上都和断裂构造有密切的关系。矿体多半受 NE 向断裂构造和层间构造控制,控矿断裂构造从属基底隐伏构造。

在构造控矿部位,一般有基性岩和大理岩同时并存,所以,该区所展布的热液型铁矿并不完全受层位控制,具备构造、热液、基性岩、大理岩等条件就有成矿的可能。

基底断裂构造和褶皱构造基本同时形成,由于受 SN 向的直扭应力作用,使结晶基底产生近 EW 向的复式褶皱,在褶皱的轴部可能产生张性断裂,翼部可能产生压扭性断裂。构造线方向应和轴向一致。由于受昌邑—大店断裂的牵引、鲁东隆起带的左行扭动,使莱州复背斜轴向由近东西向逐渐向南西偏移。在基底左行扭动的过程中,基底中的压性断裂又呈现出张扭性的特征。在 NE 向构造和近 EW 向构造的复合部位,中生代燕山晚期的岩浆^[3-5]沿基底断裂顺层间构造侵入于古元古代粉子山群小宋组和荆山群野头组祥山段地层中,或直接侵入于粉子山群小宋组含磁铁岩系中,叠加改造使其地层中铁质成分聚集变富变厚而成矿,或侵入于荆山群野头组祥山段的灰绿色斜长透闪岩中,热液中所携带的铁质成分在半封闭空间,在有大理岩参加的条件

下,在钙碱性环境中,铁质被交代熔离,在热量逐渐散失,温度逐渐下降的过程中形成铁矿。

3.3 岩浆熔离型铁矿控矿地质条件及成矿规律

该区已经查明的岩浆熔离型铁矿床,有昌邑高戈庄铁矿、平度于埠铁矿和平度周戈庄铁矿。它们所处的构造位置,位于昌邑-大店断裂与平度断裂相交部位。矿床赋存在古元古代荆山群野头组和粉子山群张格庄组中。

矿体形态多呈扁豆体,少数呈似层状,与围岩产状基本一致,倾角一般较小($23^{\circ}\sim 30^{\circ}$);矿体个数多,规模小,从纵剖面图上看,其在岩体中犹如多个(最多 22 个)小悬垂体。矿体长度为 50~80 m,宽度一般为 100~250 m,厚度 0.5~13.4 m,一般 1.5~3 m,延深 100~300 m,属小型矿床。

矿石矿物以磁铁矿为主,少量钛铁矿、假象赤铁矿、赤铁矿、褐铁矿、黄铁钾钒矿等;脉石矿物以角闪石、辉石、橄榄石、蛇纹石为主,少量磷灰石、电气石、石榴子石、铬尖晶石、纤闪角闪石等。矿石呈致密块状、条带状构造,巨晶状结构、海棉陨铁状结构、固溶结构。

矿床的围岩为基性-超基性侵入岩,矿体与变辉长岩关系密切。如平度于埠铁矿、昌邑高戈庄铁矿和平度周戈庄铁矿矿体均赋存于古元古代莱州岩套变辉长岩中(图 5)。岩体沿 EW 向层间构造和向斜轴部侵位,呈连续似层状或透镜体产出,与古元古代荆山群、粉子山群大理岩接触时有热交代现象。岩体中含有很多的粗晶磁铁矿颗粒和磁铁矿团块,以及磁铁矿条带,往往分布在矿体顶板或矿体附近。围岩蚀变有蛇纹石化、绿泥石化、透闪石化、蛭石化。根据 1:25 万潍坊幅区调报告,在高戈庄铁矿的苏家庄子矿区采集西水夤变辉长岩的同位素年龄样,测得 Sm-Nd 直线年龄为 $(2197\pm 80)\text{Ma}$,因此,认为其应属于古元古代的侵入岩。

4 结论

(1)区内元古宙沉积变质铁矿,层控特征明显,其赋存层位为古元古代粉子山群小宋组,以均一的黑云变粒岩和磁铁浅粒岩、磁铁石英岩为特征,夹斜长角闪岩、浅粒岩、长石石英岩岩石组合。根据 1:25 万潍坊幅报告,粉子山群底部主要为一套成熟度不同的碎屑岩及基性火山岩(斜长角闪岩)平行于沂

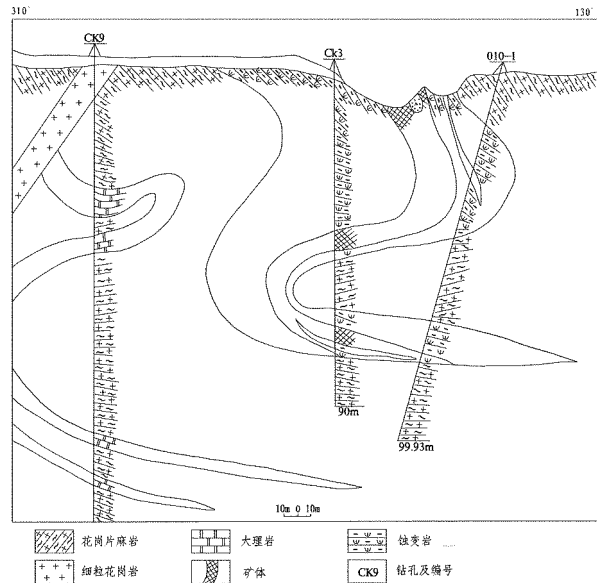


图 5 高戈庄铁矿 010 勘探线矿床地质剖面图

沭断裂带分布,并形成了一条 NNE 向铁成矿带。早期(小宋组、祝家夤组)为一套活动环境下形成的滨海火山-沉积环境。初步认为该区沉积变质主要为海相陆源沉积经区域变质而成;铁矿规模小,品位低,各矿体在空间不连续。矿体规模和形态受古海盆控制。据区域磁性异常分析,矿异常形态和规模基本和矿体规模吻合。

(2)区内所划分的热液型铁矿,严格受断裂构造、层间构造和基性岩体所控制,显示一定的层控特点,矿体形态一般呈似层状、复杂的透镜状产于古元古代粉子山群小宋组和荆山群野头组祥山段,不论在垂向或水平方向上与蛇纹岩或磁铁蛇纹岩均呈过渡关系,铁矿主要分布在复背斜和向斜的翼部,在空间上多受 NE 向断裂构造和层间构造控制。在 NE 向构造与近 EW 向构造的复合部位,岩浆活动强烈,这些岩浆活动既是热源,也是铁矿的物质来源,通过热液的运移、充填和交待等复杂过程而成矿;热液型铁矿的成矿前提,一般具备基性岩和大理岩等地质背景。

(3)岩浆熔离型铁矿床赋存于古元古代荆山群野头组和粉子山群张格庄组中。变辉长岩体沿 EW 向层间构造和向斜轴部侵位,呈连续似层状或透镜状产出,与古元古代荆山群、粉子山群大理岩接触时有热液交代现象。岩体中含有很多的粗晶磁铁矿颗粒和磁铁矿团块,以及磁铁矿条带,往往分布在矿体顶板或矿体附近。围岩蚀变有蛇纹石化、绿泥石化、透闪石化、蛭石化。据同位素年龄数据应属古元古代

的侵入岩。

(4)不同成因类型铁矿床中,磁铁矿的化学组成有变化,微量元素也不同。如岩浆热液矿床 TiO_2 较高,而区域变质矿床则很低;热液矿床中磁铁矿含 Ni, Pb, Cu 较高,区域变质铁矿中磁铁矿含 Cu, Zn 很低少。

(5)按照现有资料和对资料的分析认识程度,认为区内沉积变质铁矿和热液型铁矿基本呈 NE 向带状分布。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 张增奇,刘明渭.山东省岩石地层[M].北京:中国地质大学出版社,1996.
- [3] 黄太岭.胶莱盆地区域地球物理场特征及构造单元划分[J].山东地质,2000,16(3):41-47.
- [4] 刘玉强,李洪喜.山东省金铁煤矿床成矿系列及成矿预测[M].北京:地质出版社,2004.
- [5] 孔庆友,张天祯,于学峰,等.山东矿床[M].山东科学技术出版社,2006.

Metallogenic Regularity of Laizhou – Anqiu Iron Ore – forming Belt in Shandong Province

DONG Yinfeng, XU Jinxin, ZHAO Jin, LI Mingbo, DU Zhenming

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

Abstract: Major ore – bearing layers in metallogenic belt is Paleoproterozoic Fezishan and Jingshan Group metamorphic stratigraphy. the causes of iron deposits can be summarized into three kinds of types, they are strata – bound sedimentary metamorphic type iron deposit, high – mesothermal – type and magma differentiation by liquation type controlled by the faults. Characteristics of strata – bound in sedimentary metamorphic deposit is obvious. Its occurrence layers are Xiaosong formation in Paleoproterozoic Fenzishan group. Hydrothermal deposit is strictly controlled by fault structures and interlayer structures. Whether in vertical or horizontal direction, it has the transition relationship with serpentinite or magnet serpentine. Ore bodies often occurred in Xiaosong formation of Paleoproterozoic Jingshan group and Xiangshan section in Yetou formation of Fenzishan group with a plex form of lenticular form. Magmatic differentiation by liquation type iron deposit locates in the connection part of Changyi – Dadian fault and Pingdu fault. Ore – forming parent rocks are Xishuikuang fine – grained rock of Paleoproterozoic Laizhou rock suite. Ore bodies occur in Yetou formation of Palaeoproterozoic Jingshan group.

Key words: Iron deposit; sedimentary metamorphism; hydrothermal solutions; metallogenic regularity