

山东单县覆盖区铁矿特征及找矿方向研究

郝兴中^{1,2}, 李英平², 杨毅恒³, 王英鹏²

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 3. 北京信息科技大学理学院, 北京 100192)

摘要:鲁西南单县地区赋存沉积变质型铁矿, 近年来, 该地区铁矿找矿取得了较大的进展。为了更好地指导区内铁矿勘查工作, 通过介绍单县地区铁矿地质特征、地球物理特征, 剖析大刘庄铁矿床、龙王庙铁矿的矿床特征, 建立找矿标志, 并对今后铁矿找矿方向进行研究。单县大刘庄、龙王庙铁矿赋存于新太古代泰山岩群山草峪组中; 铁矿体总体呈层状、似层状, 局部呈透镜状, 铁矿体产状与围岩一致。通过分析认为, 区内的铁矿总体受山草峪组控制, 构造、侵入岩对铁矿有破坏作用。经过对重磁测量成果分析, 总体认为磁异常及其化极明显部位是区内铁矿勘查中最重要的指示标志, 重力梯度带是铁矿赋存的重点位置。通过对以往勘查成果的综合分析认为, 辛羊庙异常区应为今后铁矿勘查工作的首选地区。

关键词:铁矿; 物探异常; 地质特征; 找矿方向; 山东单县

中图分类号: P618.31

文献标识码: A

0 引言

在当前资源供需形势紧张的条件下, 国家开展了地质矿产远景调查工作。通过对单县第四系覆盖区重、磁异常的研究和覆盖区断凹、断凸的特点分析, 认为该物探异常正好位于覆盖区断凸上, 有利于开展铁矿勘查工作。

在对区内地质资料综合分析的基础上, 2007年以来, 山东省地质调查院利用国土资源大调查、地质矿产调查评价专项等项目在菏泽单县地区开展铁矿勘查工作。通过对航磁异常资料的综合研究, 优选单县东南部地区开展了地面磁法和重力测量, 且在重点部位开展了重磁等物探剖面测量工作, 共划分出包括大刘庄在内的8个铁矿远景区^[1](图1)。通过对物探异常的优选, 利用钻探工程进行异常查证, 继而发现了大刘庄、龙王庙等铁矿床, 并取得良好的找矿效果。以上成果的取得为单县地区和周边区域铁矿勘查工作积累了丰富的地质、物探等方面的资料及在厚大覆盖层下进行铁矿勘查的找矿经验。然

而, 今后要拓展单县地区铁矿找矿前景, 应该在何处开展铁矿勘查就显得非常重要且紧迫, 同时, 由于深部矿产勘查的影响因素较多, 找矿难度较大^[2], 深部铁矿勘查工作应做到地质、物探、钻探的有机且充分结合^[3]。在总结区内地质、物探特征的基础上, 总结找矿标志, 并就今后单县地区铁矿勘查方向进行探讨, 以期促进区内的铁矿勘查工作有序推进。

1 研究区地质概况

单县铁矿勘查区位于山东省菏泽市单县东南部, 属孙溜镇、龙王庙镇管辖。大地构造位置属鲁西南潜隆区的南部、青坨集凸起区东段。该区地表被第四系覆盖, 无基岩露头; 其下部为新近纪、古近纪砾岩、泥岩等地层。通过区内钻探揭露工作证实, 区内沉积地层(第四系—古近系)覆盖厚度巨大, 在单县大刘庄—龙王庙一带厚度达458~565 m。通过物探反演和钻探施工, 表明区内下伏基岩地层主要有: 新太古代泰山岩群山草峪组、奥陶纪马家沟群、石炭—二叠纪月门沟群(包括本溪组、太原组、山西

收稿日期: 2013-04-11; 修订日期: 2013-12-05; 编辑: 王秀元

基金项目: 国土资源大调查项目(1212010781085), 地质矿产调查评价专项项目(1212011085305, 12120113061600)共同资助

作者简介: 郝兴中(1980—), 男, 内蒙古乌兰察布市人, 高级工程师, 主要从事矿产资源评价、地球物理应用、成矿规律研究与预测工作; E-mail: 57820696@qq.com。

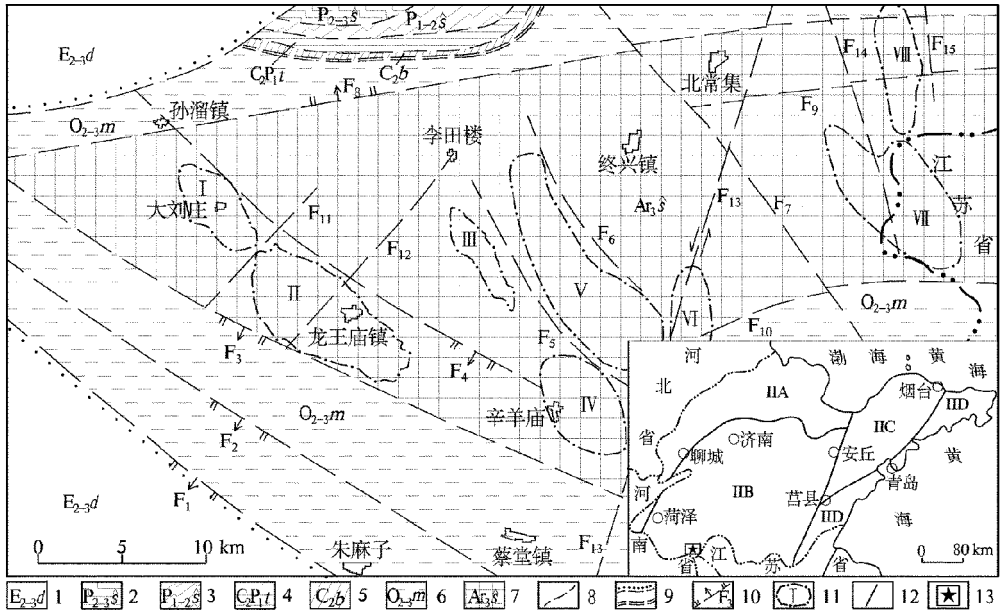


图1 山东省单县地区基岩地质图

1—大汶口组;2—石盒子群;3—山西组;4—太原组;5—本溪组;6—马家沟群;7—山草峪组;8—隐伏地质界线;9—隐伏不/假整合地质界线;10—推断隐伏断裂;11—铁矿远景区位置;12—II级构造单元边界;13—研究区大地构造位置;II_A—华北拗陷(山东部分);II_B—鲁西地块;II_C—胶北地块;II_D—苏鲁造山带。铁矿远景区:I—大刘庄;II—龙王庙;III—李田楼南;IV—辛羊庙;V—李田楼东-彭庄西南;VI—小王庄-黑楼;VII—马庄-唐庄-孔店;VIII—瞿庄-赵庄^[1]

组)、二叠纪石盒子群等。

其中泰山岩群山草峪组为区内的含矿地层,主要分布于孙溜镇—龙王庙镇—蔡堂镇—终兴镇—北常集一带,以F₃, F₈, F₁₀和F₁₃南侧等断裂构造为界;向东延伸进入江苏省境内。该地层在大刘庄—龙王庙一带走向为325°~335°,倾向SW,倾角45°~70°左右;岩性主要为黑云变粒岩、石榴黑云变粒岩、磁铁石英岩等。该区构造主要以NW向、近EW向、NE向为主。区内岩浆岩不太发育,主要有正长花岗岩脉、花岗闪长岩脉、伟晶花岗岩脉等,呈脉状穿插于泰山岩群地层中。

2 磁、重异常特征

利用含铁建造与围岩的磁性和密度差异来圈定找矿靶区是行之有效的找矿手段^[1,4-7]。在单县地区主要开展了大比例尺地面磁法测量(网度为250 m×50 m)和重力测量(网度为250 m×100 m)等工作,同时在异常显著部位辅以磁法和重力精测剖面工作,取得了较好找矿效果。

2.1 磁异常特征

磁法测量工作表明,区内的磁异常分布特征较

为复杂,大致可分为3部分(图2):北侧总体异常值较低(ΔT 值<100 nT),主要分布于大刘庄北侧—郑庄—齐楼—东孟集一带;大刘庄北侧部分地区呈负磁异常;大刘庄—龙王庙—大苏楼—辛羊庙一带为高磁异常梯度带(ΔT 值为100~470 nT),在中西部呈NE向,在大苏楼—辛羊庙一带呈EW向,在辛羊庙北侧呈近SN向的异常形态。由图2可以看出,大刘庄、龙王庙铁矿床和辛羊庙铁矿远景区均位于该高磁异常转换带上。在大孟庄—流水口—杨庄一带及其南西侧为变化平稳的 ΔT 磁测高值范围区(ΔT 值为300~470 nT)。

大刘庄铁矿远景区面积约3.5 km²,其高磁原平面等值线形态呈“双仁花生”状。该异常内产出大刘庄铁矿床,异常走向NW—SE向,呈125°方向展布,异常长度约3 km,平均宽度约1.3 km,异常值范围为40~320 nT。龙王庙铁矿远景区位于大刘庄东南部,面积约14 km²。该异常内产出龙王庙铁矿,异常走向为NW—SE向,大致呈135°方向展布,异常长度约5.5 km,平均宽度约2.2 km,异常值范围为80~420 nT。辛羊庙铁矿远景区走向亦为NW—SE向,大致呈130°方向展布,呈椭圆形,面积

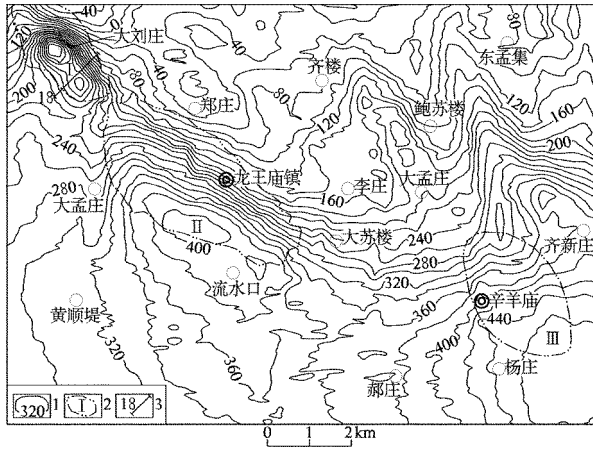


图2 单县东南部地区 ΔT 磁异常图

1— ΔT 等值线(nT); 2—铁矿远景区范围及标号; 3—第18勘探线位置; I—大刘庄铁矿远景区; II—龙王庙铁矿远景区; III—辛羊庙铁矿远景区

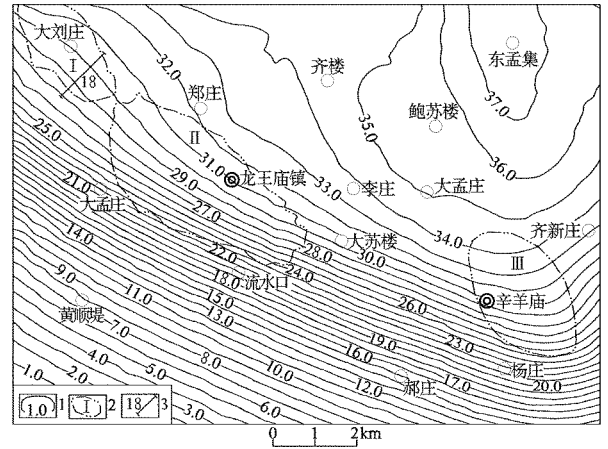


图3 大刘庄—龙王庙地区布格重力异常图

1— ΔG 等值线(10^{-5} m/s^2); 2—铁矿远景区范围及标号; 3—第18勘探线位置; I—大刘庄铁矿远景区; II—龙王庙铁矿远景区; III—辛羊庙铁矿远景区

约 5.0 km^2 , 磁异常梯度变化较小, 异常值范围为 $260 \sim 470 \text{ nT}$ 。稍有差异的是, 大刘庄、龙王庙磁异常曲线梯度较大, 而辛羊庙地区磁异常曲线梯度较为平缓; 且大刘庄、龙王庙和辛羊庙异常区的高磁异常值逐渐升高, 显示其下具有良好的铁矿找矿潜力。

2.2 重力异常特征

区内的重力测量分布特征大致可分为2部分, 即北东部的高重力异常区和中部及南西部的重力梯度带。北东侧总体呈现高重力值(ΔG 值 $> 32.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$), 主要分布于郑庄—齐楼—东孟集一带。中部及南西部的重力梯度带(ΔG 值 $< 32.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$) 总体走向为 NE—SW 向, 该异常梯度带在辛羊庙地区部分发生了转折, 逐步转为 NE 向。该重力梯度带可进一步分为北、中、南3部分, 即北侧重力梯度变化较平缓的大刘庄—龙王庙—大苏楼—辛羊庙一带($26 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2 < \Delta G < 32 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$), 中部重力梯度变化最为明显处位于大孟庄—流水口—郝庄—徐楼一带, 为重力梯度带($14.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2 < \Delta G < 26.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$, 通过异常推断认为该层分布着 F_3 断层), 南侧该梯度带变化较平缓, ΔG 值小于 $14 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 。后期铁矿勘查和磁法测量成果表明, 大刘庄、龙王庙和辛羊庙铁矿远景区主要位于该重力梯度带中($26 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2 < \Delta G < 32 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$) 及部分位于北侧的高重力测量区内, 显示该梯度带具有较好的铁矿找矿前景。同时表明, 重力异常是区内的重要找矿手段之一。

3 矿床地质特征

通过以往铁矿勘查工作, 在大刘庄和龙王庙地区取得较好的铁矿找矿效果, 在以上2个地区均发现了规模可观的铁矿体。

3.1 大刘庄铁矿特征

该区铁矿体呈层状、似层状、透镜状。矿体走向 NW—SE, 为 $148^\circ \sim 161^\circ$, 平均走向 155° ; 矿体倾向 SW, 倾角 $45^\circ \sim 60^\circ$, 平均倾角 52° 。单层铁矿体厚约 $1.00 \sim 30.04 \text{ m}$; 平均品位: 全铁为 26.24% 、磁性铁为 20.81% 。其中 I 号铁矿带长约 1650 m , 平均控制斜深 568 m , 矿体赋存标高为 $-472 \sim -1600 \text{ m}$, 平均厚度 10.88 m , 厚度变化系数 64.45% , 属厚度变化较稳定矿体。以矿区区内第 04 号勘探线为例, 该勘探线上施工的 6 个钻孔控制了 I-1, I-2, I-3 和 I-4, 共 4 个铁矿体(图 4), 控制标高 $-544 \sim -1459 \text{ m}$ 。由图 4 可以看出, 该勘探线上存在一条断层, 倾向 NE; I-(1~3) 和 I-4 存在一定的对应关系, I-4 号矿体是矿体被错断前的一部分, 由 I-(1~3) 号矿体的上部压合而成; 由此可见, 区内的断裂构造破坏了铁矿体的完整性。

区内铁矿石岩性主要为磁铁石英岩、磁铁透辉石英岩、磁铁石英角闪岩, 矿石中偶含石榴子石等矿物。矿石呈细粒粒状变晶结构, 构造主要为条带状构造, 局部具块状构造。矿石中矿物成分以磁铁矿、石英、透辉石为主, 含有少量赤铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、角闪石、黑云母等矿物。

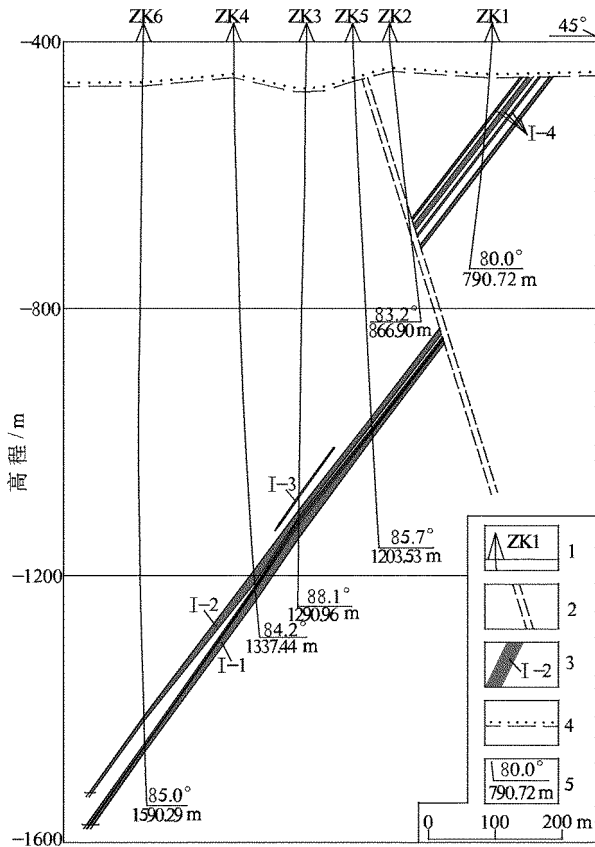


图4 大刘庄铁矿04勘探线剖面图

(该剖面图省略-400 m标高以上的第四系-古近系等地层)

1—钻孔位置及编号;2—推断断裂带;3—铁矿体及编号;4—沉积不整合面;5—终孔处倾角/孔深

3.2 龙王庙铁矿特征

区内LZK01钻孔穿越铁矿体(脉)20层,其中厚度大于1 m的矿体为12层。主矿层位于-1 417.16 ~ -1 653.03 m处,累计厚度为55.86 m(图5)。铁矿呈层状、似层状产出,矿石构造多呈条带状、条纹状,局部发育有揉皱现象;矿石为细粒状结构。矿体平均品位:全铁28.09%、磁性铁22.81%,略高于大刘庄矿床平均品位。该铁矿床的矿石类型与大刘庄铁矿石基本一致,铁矿均属于鞍山式贫铁矿床。

4 找矿标志和找矿方向

4.1 找矿标志

在矿产勘查过程中,需要将地质、物探等信息资料进行有机结合,并总结成矿规律和找矿标志、优选有效技术手段,以此促进矿产资源有效勘查^[8,9]。

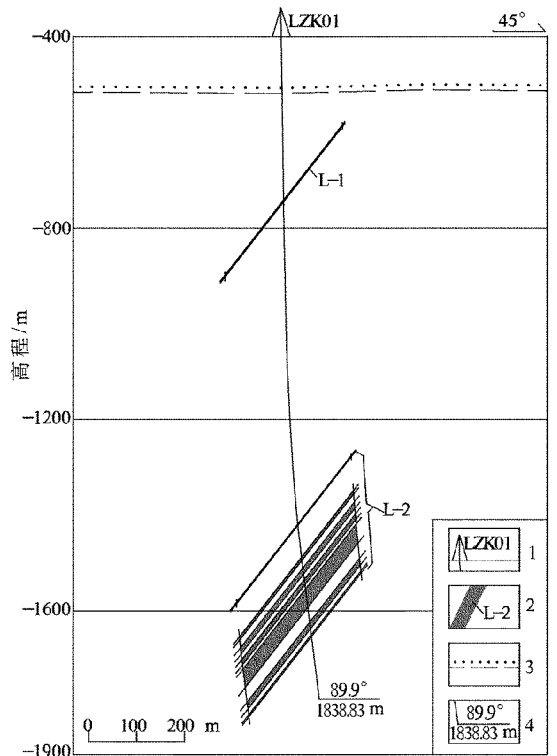


图5 龙王庙地区铁矿体示意图

(该剖面图省略-400 m标高以上的第四系-古近系等地层)

1—钻孔位置及编号;2—铁矿体及编号;3—沉积不整合面;4—钻孔终孔处倾角/深度

4.1.1 地质标志

从单县地区铁矿体赋存规律可以看出,铁矿体赋矿层位是山草峪组中含铁建造。该含铁建造是区内铁矿找矿的直接标志。矿体围岩为黑云变粒岩、石榴黑云变粒岩等。铁矿石岩性为磁铁石英岩、磁铁透辉石英岩等。矿石呈条带状构造、局部呈块状构造,中-细粒粒状变晶结构。区内断裂构造和侵入岩对矿体具有一定的影响,多破坏了矿体的完整性和连续性(图4)。

4.1.2 地球物理标志

(1)磁异常特征。如图6所示,铁矿体埋藏于新近系-古近系之下。所施工的4个钻孔均见矿,矿体倾向SW,倾角为55°~59°。该勘探线上各孔中的累计见矿厚度10.07~41.84 m,平均厚度为27.96m。图中ΔT磁测曲线南西侧异常值较高,且呈平稳过渡状,北东侧则呈逐步降低,其峰值出现于距起点位置约4.21 km(ZK2孔南西侧附近)处。ΔT化极曲线有2处峰值区,其一位于剖面起点2.76 km处,呈相对平缓异常状,峰值约为375 nT;另一峰值,即最大峰值4.45 km(ZK4孔北东侧)处,呈相对

陡倾状,峰值约为 535 nT,该处与矿体风化剥蚀面位置相对应。图 6 表明,磁异常明显(大于 250 nT 等值线)部位及化极异常显著位置是区内铁矿勘查的重点区域;磁异常呈长条带状,磁场强度值较大、梯度陡是重要找矿标志。地质与物探测量手段的结合是寻找深部沉积变质型铁矿行之有效方法^[10]。

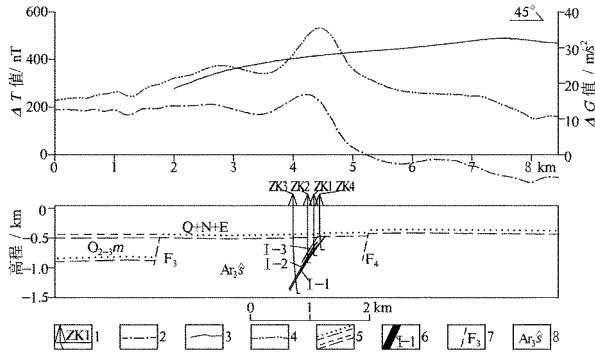


图 6 大刘庄矿体 18 勘探线地质、重磁异常综合剖面图
1—钻孔位置及编号;2— ΔT 磁测曲线;3— ΔG 重力曲线;4— ΔT 化极曲线;5—角度/平行不整合面;6—矿体位置及编号;
7—断层位置及编号;8—地层代号

(2)重力异常特征。由图 3 看出,大刘庄、龙王庙和辛羊庙铁矿远景区主要位于该重力梯度带中($26 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2 < \Delta G < 32 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$)及北侧的部分高重力测量区内,显示该梯度带具有较好的铁矿找矿前景。剖面上重力测量值呈明显的上升状,矿体埋藏位置位于高重力异常及其重力梯度带上。

综上所述,磁异常反应了磁铁矿磁性大小和铁矿体埋深^[11];磁法测量在铁矿勘查过程中起到了重要的指示作用,同时,根据重力异常图可以看出重力梯度带对于铁矿勘查具有一定的指示意义。因此,地质、磁法和重力测量的科学组合是寻找隐伏铁矿的有效找矿方法^[12,13],但总体而言,由于区内发育了巨厚覆盖层;因此,地质标志对该区的指示作用较小,而地球物理特征对于指导区内铁矿勘查意义较大。

4.2 找矿方向探讨

通过收集区内地质、物探及钻探验证资料,系统分析研究该区地质构造背景、重磁异常特征及铁矿赋存规律等信息,区内铁矿勘查工作中划分了 8 个铁矿远景区:其中甲类 2 个,乙类 6 个。该成果为区内铁矿勘查的提供了总体找矿方向。

在以往铁矿勘查过程中,大刘庄和龙王庙地区

均取得了较好的铁矿勘查效果(图 2,图 3)。由于辛羊庙异常区与大刘庄、龙王庙位于同一重力梯度带上,同时具有较高的磁异常值,显示其下部有较好的铁矿找矿潜力,因此,辛羊庙铁矿远景区应是今后单县地区铁矿勘查工作的首选区域。

5 结论

(1)单县大刘庄—龙王庙地区磁异常是由深部铁矿体引起,铁矿体赋矿层位为泰山岩群山草峪组,铁矿呈 NW—SE 向,倾向 SW。矿体走向与重磁异常形态基本一致。区内铁矿体埋藏深度较大,断裂构造和侵入岩体多破坏矿体的完整性。

(2)由于区内覆盖层厚度巨大,需要凭借物探手段来对铁矿进行勘查。通过对重磁异常曲线和矿体形态分析,表明磁异常明显部位是铁矿勘查中最重要的找矿标志,其中磁测化极异常曲线对于圈定矿头位置具有重要的作用,重力梯度带是铁矿赋存的重点位置。在区内铁矿的勘查过程中,重磁测量是区内的铁矿的重要勘查手段。

(3)通过综合分析以往地质、磁异常、重力异常特征,同时根据大刘庄、龙王庙矿床地质特征、矿体赋存分布特点,对比辛羊庙异常区的异常特征;总体认为,辛羊庙异常区应为继大刘庄和龙王庙异常区之后的铁矿勘查首选区域和重点地区。

(4)单县覆盖区内铁矿勘查工作主要是在全面收集和分析以往包括航磁异常在内的各种资料的基础上,优选工作区并开展大比例尺重磁测量工作,再辅以其他物探剖面;通过综合分析研究已取得的资料,在成矿有利部位利用钻探手段来验证异常,从而达到有效开展铁矿勘查工作的目的。

致谢:论文写作得到了山东省地质科学研究院李洪奎研究员、博士,山东省地质调查院副院长田京祥研究员的精心指导,在此致以衷心的感谢!

参考文献:

- [1] 赵法强,曹秀华,庞绪贵,等.高精度磁测在单县龙王庙地区铁矿调查中的应用[J].山东国土资源,2011,27(8):23-26.
- [2] 张前进,杨进.综合电法在深部隐伏矿体勘查中的应用实例[J].物探与化探,2010,34(1):40-43.
- [3] 石教波,谢玉玲,徐九华,等.综合找矿方法在大冶铁矿深部勘查中的应用[J].矿床地质,2006,25(Z):443-446.
- [4] 方静,魏绪峰,孙忠全,等.安丘市夹河套铁矿地质特征及找矿

- 远景分析[J]. 山东国土资源, 2008, 24(10): 14-16.
- [5] 余钦范, 沈佩芝. 沉积变质铁矿床物探工作中的几个问题[J]. 物探与化探, 1985, 9(6): 437-441.
- [6] 娄德波, 宋国玺, 李楠, 等. 磁法在我国矿产预测中的应用[J]. 地球物理学进展, 2008, 23(1): 249-256.
- [7] 卢焱, 李健, 白雪山, 等. 地面磁法在隐伏铁矿勘查中的应用——以河北滦平Ⅱ号铁矿为例[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2008, 38(4): 698-702.
- [8] 陈毓川, 朱裕生. 中国矿床成矿模式[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 12-15.
- [9] 叶天竺, 肖克炎, 严光生. 矿床模型综合地质信息预测技术研究[J]. 地质前缘, 2007, 14(5): 11-19.
- [10] 安仰生, 韩廷宝, 刘邦君, 等. 山东苍山王垵沟铁矿床地质特征及找矿方法探讨[J]. 山东国土资源, 2008, 24(7-8): 40-43.
- [11] 王洪涛, 阎业伟. 莱州市大湍河铁矿床地质特征及找矿方向[J]. 山东国土资源, 2008, 24(7): 1-4.
- [12] 董英君. 应用重磁方法勘查铁矿的效果——以辽宁建昌县马道铁矿为例[J]. 矿床地质, 2006, 22(3): 321-328.
- [13] 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): 28-31.

Study on Characteristics and Prospecting Direction of Iron Deposit in Shanxian Coverage Area in Shandong Province

HAO Xingzhong^{1,2}, LI Yingping², YANG Yiheng³, WANG Yingpeng²

(1. Earth Sciences and Resources College of China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 3. Beijing Information Science and Technology University, Beijing 100192, China)

Abstract: Sedimentary metamorphic iron deposits are widely distributed in Shanxian county in southwest of Shandong province, and great progress on exploration has been made in the area of iron ore in recent years. In order to better guide the iron ore exploration in Shanxian county, geological and geophysical characteristics of iron deposits have been introduced in this paper. With comparison of iron deposit characteristics of Daliuzhuang and southwest Longwangmiao, prospecting criteria has been established and the exploration directions in the future has been studied. Daliuzhuang and Longwangmiao iron ore deposits occurred in the Shancaoyu formation of Archaean Taishan group. Ore bodies are layered and stratoid type, while are lenticular type in regional areas. Its occurrence is consistent with its surrounding rock. Through analysis on iron deposits in Shanxian county, it is regarded that iron ore bodies are controlled by Shancaoyu formation, and structures and intrusive rocks can damage iron deposits. Through analysis on gravity and magnetic survey, it is considered that the distinctive positions of magnetic anomaly and obvious polarization are the most important prospecting indicators, while gravity gradient zones are key positions of iron deposit. With comprehensive analysis of the previous exploration results, it is regarded that Xinyangmiao anomaly area is the first choice for iron prospecting in the future.

Key words: Iron deposit; geophysics anomaly; geological characteristics; prospecting directions; Shanxian county in Shandong province