

地质工程国家级特色专业
煤田地质与瓦斯地质国家级教学团队
地质资源与地质工程河南省重点学科

共同资助

基于GIS技术的二次开发 在成矿预测中的应用

司荣军 等著

*Jiyu GIS Jishu de Erci Kaifa zai
Chengkuang Yucezhong de Yingyong*



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

地质工程国家级特色专业
煤田地质与瓦斯地质国家级教学团队 共同资助
地质资源与地质工程河南省重点学科

基于GIS技术的二次开发 在成矿预测中的应用

司荣军 等著

*Jiyu GIS Jishu de Erci Kaifa zai
Chengkuang Yucezhong de Yingyong*



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

基于 GIS 技术的二次开发在成矿预测中的应用/司荣军等著. —
武汉:中国地质大学出版社,2014. 8

ISBN 978-7-5625-3370-2

I. ①基…

II. ①司…

III. ①地理信息系统-应用-成矿预测-研究

IV. ①P612-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 198498 号

基于 GIS 技术的二次开发在成矿预测中的应用 司荣军 等著

责任编辑:彭 琳

责任校对:周 旭

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传 真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cug.edu.cn>

开本:880 毫米×1 230 毫米 1/32 字数:101 千字 印张:3.5

版次:2014 年 8 月第 1 版

印次:2014 年 8 月第 1 次印刷

印刷:武汉三新大洋数字出版技术有限公司

印数:1—500 册

ISBN 978-7-5625-3370-2

定价:28.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

《基于 GIS 技术的二次开发在成矿预测中的应用》

著 作 委 员 会

主 任：司荣军 商敬秋

副 主 任：运国玺 孔海龙 袁泽喜

向中林 牟海萍 杨家锋

著作成员：

闫贺龙	肖 淳	王伟德	高 鹏	张来成
刘效才	艾计泉	杨道荣	肖炳建	王兆波
周 军	王仔章	石继峰	王 妍	刘登锋
王 妍	陶 威	邵世威	董化祥	张 超
吕小师	于云鹏	张宏鹏	康晓涛	郭贤培
张广辉	许 冲	于海涛	郭 闯	王中伟
韩 龙	张顺新	谢良鲜	李佳蓓	毛广钰
谢 祥	王万新	李兴隆	许玉森	陈彦交
谢亚丽	张娜			

前 言

地质资料的二次开发就是对已有地质资料进行第二轮系统的、全面的分析,在新理论、新方法指导下,对原有地质资料进行“去伪存真,去粗取精”,加工整理和分析研究,从而获取新的、有用的地质信息。馆藏地质资料中有大量的地质、物探、化探等基础资料,利用新技术、新方法和新认识对这些资料进行综合分析和研究,往往可以优选出新的找矿靶区。重视地质资料的二次开发、挖掘潜在的资源,具有重要意义。地理信息系统(Geographil Information System,以下简称 GIS)技术具有强大的储存和处理综合多学科地学数据的能力,利用强大的 GIS 空间分析功能对已有的地质、物探、化探资料进行综合分析研究,可高效快速地实现多源信息的融合和找矿靶区的优选,GIS 技术为地质资料的二次开发提供了强有力的工具。

鲁西苍山地区位于山东省第二轮矿产资源总体规划中所确定的国家重要矿产资源储备勘查区——枣庄-苍山铁矿勘查规划区,是山东金钻石找矿远景区,也是金矿找矿远景区。20 世纪,地质勘查人员在此规划区投入了大量的地质工作,积累了丰富的地质资料。本书所介绍的就是该区基于 GIS 技术的二次资料开发成果。

本书为山东省国土资源厅所立“山东省枣庄-苍山铁矿成矿带苍山段外围成矿远景研究”项目成果(项目书编号:鲁勘字[2008]89 号)。该项目主要运用 GIS 信息技术,以现代成矿理论为指导,以 MapGIS、ArcView 软件为工具,在建立多源地学信息数据库的基础上,通过信息提取和数据分析,建立区域成矿模式、

找矿标志、预测模型、圈定预测靶区。所圈定的靶区大大缩小了找矿范围,为找矿指明了方向。

本书主要创新性:本次预测以地幔柱成矿、成矿系列和成矿系统等现代成矿理论为指导,运用 GIS 信息技术,综合信息矿产预测的相关理论与基于 GIS 技术相结合的方法。

本书共分 7 章:第一章主要介绍研究区地质工作程度,第二章介绍成矿地质背景,第三章介绍研究区典型矿床特征,第四章、第五章、第六章主要介绍预测理论和预测流程、预测结果,第七章为结论。

著作分工如下:河南理工大学司荣军、山东煤田地质局二队商敬秋共同撰写第一章、第二章、第三章、第四章,河南理工大学向中林负责第五章、第六章、第七章,全书由司荣军统稿。山东煤田地质局二队牟海萍、杨家锋,河南省水利勘测有限公司孔海龙,四川省地质矿产勘查开发局 207 队王仔章,河南豫中地质勘察总公司石继峰,河南有色金属地质矿产局袁泽喜,河南省煤田地质局物探测量队运国玺,河南理工大学闫贺龙、肖淳、刘登锋、王妍、陶威、邵世威、董化祥、张超、吕小师、于云鹏、张宏鹏、康晓涛、郭贤培、张广辉、许冲、于海涛、郭闯、王中伟、韩龙、张顺新、谢良鲜、李佳蓓、毛广钰、谢祥、王万新、李兴隆、许玉森、陈彦交、谢亚丽、张娜等完成资料收集、数据库建设、图件绘制、地面高精度磁测、高精度磁测剖面、物探资料解译、找矿靶区解译、预测靶区野外验证、专著校对、修改、插图等工作。

著者

2014 年 6 月 30 日

目 录

第一章 以往地质工作程度	(1)
第二章 成矿地质背景	(6)
第一节 区域地质背景概述	(6)
一、区域地质背景	(6)
二、区域(重力、磁力异常特征)	(6)
三、区域矿产	(8)
第二节 研究区地质特征	(10)
一、地层	(10)
二、构造	(15)
三、岩浆岩	(17)
四、变质作用	(17)
五、地球物理特征	(18)
第三节 苍峰铁矿带地质特征	(26)
第三章 典型矿床地质特征	(30)
第一节 王埝沟铁矿床地质特征	(30)
一、矿床地质特征	(30)
二、地球物理特征	(34)
三、矿床成因	(38)
四、其他“鞍山式”铁矿磁异常特征	(39)

第二节 莲子汪铁矿床地质特征	(39)
一、矿体特征	(40)
二、矿石特征	(40)
三、局部磁异常特征	(42)
四、矿床成因	(43)
第三节 沂南铁铜金矿床地质特征	(44)
一、矿体地质特征	(44)
二、矿石特征	(46)
三、围岩蚀变与矿化特征	(48)
四、成矿阶段和矿床成因	(49)
五、成矿规律	(51)
第四章 本次成矿预测的理论基础	(59)
第一节 地幔柱成矿理论	(59)
一、地幔柱理论简介	(59)
二、慢枝构造成矿作用	(60)
三、鲁西慢枝构造特征	(61)
四、鲁西慢枝构造的形成机制	(62)
五、鲁西慢枝构造的控矿作用	(65)
第二节 相似类比预测理论	(66)
第五章 GIS 数据准备工作	(68)
第一节 预测准则及成矿标志的建立	(69)
一、预测准则	(69)
二、预测区的主要找矿信息标志	(71)
第二节 数据库的建立	(73)
第三节 磁异常的 GIS 可视化	(76)

第六章 基于 GIS 的成矿预测	(79)
第一节 “鞍山式”铁矿预测靶区的初步圈定与解译	(79)
第二节 “鞍山式”铁矿预测靶区的野外验证	(80)
第三节 “鞍山式”铁矿预测靶区——小李庄靶区成矿 前景分析	(81)
第四节 矽卡岩型铁矿预测靶区的初步圈定与解译	(81)
第五节 矽卡岩型铁矿靶区的野外验证	(86)
一、野外实地验证	(86)
二、物探验证	(87)
第六节 矽卡岩型铁矿预测靶区——贾庄预测靶区成 矿前景分析	(89)
一、贾庄预测靶区与沂南铁铜金矿区具有相似性	(89)
二、沂南铁铜金矿床找矿经验对贾庄工区矽卡岩型 铁矿床预测的启示	(90)
三、贾庄预测靶区成矿条件优于莲子汪铁矿区	(91)
四、贾庄预测靶区可望形成多种类型的多金属矿床 ...	(93)
五、其他——贾庄断裂的发现与特征	(94)
第七章 结论、问题与建议	(95)
第一节 本次研究主要的手段和预测步骤	(95)
第二节 本次研究的成果	(95)
一、完成数据库建设	(95)
二、建立找矿信息标志	(96)
第三节 本次研究存在的问题及说明	(97)
第四节 建议	(98)
主要参考文献	(99)

第一章 以往地质工作程度

研究区位于临沂市苍山县的南部和枣庄市的东南部,大部分属于苍山县管辖。东距临沂市主城区 18~70km,西距枣庄市 16km,东西长约 36km,南北宽约 30km,总面积 1 156.67km²。地理坐标:东经 117°45′00″—118°10′00″,北纬 34°40′00″—34°56′00″。涉及的 1:5 万国际标准图幅有兰陵幅(I50E008016)、磨山幅(I50E008017)、向城幅(I50E007016)、苍山幅(I50E007017)。研究区范围有 4 个矿点圈定,其矿点坐标见图 1-1。

研究区的铁矿地质调查工作在 20 世纪 30 年代就有文字记载,至 20 世纪 50 年代,陆续开展了不同程度的地质勘查工作,投入了相应的探矿工程,初步确定了该区泰山岩群中赋存有“鞍山式”铁矿,具有进一步工业价值。

20 世纪 60 年代初期原北京地质学院与山东省地质矿产厅联合进行过 1:20 万综合区域地质调查工作。自 80 年代始,按照新的工作方法要求,在鲁西地区开展了 1:20 万地质矿产修测,包括研究区的临沂幅和枣庄幅。

1958 年 8 月—1961 年 11 月,山东省地质矿产厅 813 队,在西起枣庄市卓山、东至苍山县尚岩,全长 31km、宽 8km 的范围内进行铁矿勘探,开展了系统的地质、物探及放射性测量等工作,提交了《山东省苍峰铁矿地质勘探总结报告》,共探明 B+C₁+C₂ 级铁矿石储量 3.749 407×10⁸t。

1971 年 4 月—11 月,为寻找铁矿资源,原国家冶金部物探航测大队对本研究区及其外围地区进行了大比例尺(1:5 万~1:2.5

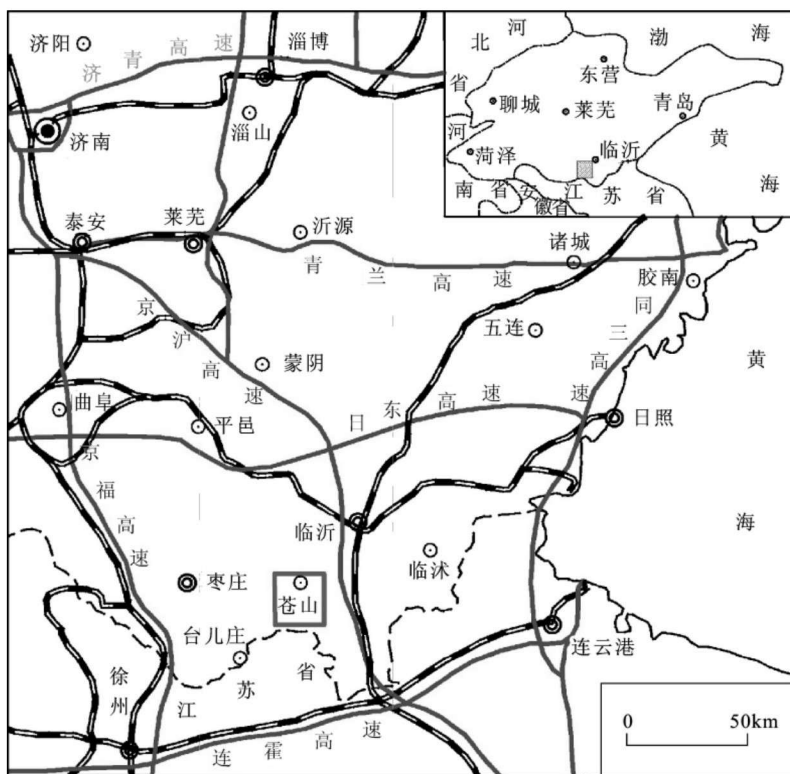


图 1-1 研究区交通位置图

万)航空磁测工作,测区范围:东经 $116^{\circ}30'$ — $118^{\circ}20'$,北纬 $34^{\circ}20'$ — $36^{\circ}00'$ 。该次航空磁测工作共测出 60 个航磁异常,其中已知矿致异常 5 个,前人已检查 40 个,剩余 15 个未经检查。在本次研究区内有 5 个航磁异常,编号分别为 M11-33、M12-35、M12-36、M12-38、M12-39,多已经验证。

1972—1973 年,山东省地质矿产勘查开发局第二地质队对晒钱埠磁异常进行钻探验证,对太平庄矽卡岩带进行了地表揭露,提交了《山东省苍山县贾庄地区地质工作总结》,没有发现有经济价

值的工业矿床。

1973—1977年,山东省地质矿产勘查开发局第七地质队在研究区开展过金刚石原生矿普查工作,基本查明了区内的地质特征。该次普查工区位于苍山县城周围,北纬 $34^{\circ}50'00''$ — $34^{\circ}52'30''$,东经 $117^{\circ}50'37.5''$ — $118^{\circ}09'22.5''$,在工区开展了 1:5 000 地面磁测。本次工作搜集到其原始点数据并建立了数据库。

1976年2月—12月,山东省苍峰铁矿地质勘探会战指挥部对苍峰铁矿进行了补充勘探工作,并提交了《山东省苍峰铁矿补充勘探报告》。其工作区主要在研究区西侧边缘。

1979年,山东省地质矿产勘查开发局第七地质队物探分队为寻找原生金刚石矿床在苍山工区开展了 1:5 000 高精度磁测,提交了《山东省苍山工区金刚石原生矿普查物探工作结果报告》。工作区位于苍山县城周围,南起芙蓉山,北到龙沂庄,工区南北宽 4.8km,东西长 29km,即北纬 $34^{\circ}50'00''$ — $34^{\circ}52'30''$,东经 $117^{\circ}50'37.5''$ — $118^{\circ}09'22.5''$,全部位于本次研究区内,测线方向为 90° 。本次工作搜集到其全部 1:5 000 高精度磁测的点数据图,经扫描后在 MapGIS 软件下全部进行了数字化。本次磁测成果的正式图都采用了国际统一分幅,工区内共 19 幅图(1:5 000),每幅面积 6.6km^2 ,共计 125.4km^2 。

1983年,山东省地质矿产勘查开发局物探队为配合第七地质队利用磁法直接寻找金伯利岩体,对贾庄地区开展了 1:5 000 磁测工作,测网密度 $50\text{m}\times 20\text{m}$ 。工区位于会宝岭水库以东至贾庄一带。地理坐标为北纬 $34^{\circ}52'30''$ — $34^{\circ}56'15''$,东经 $117^{\circ}49'$ — $118^{\circ}02'$ 。本次工作提交了《山东省苍山县贾庄地区金刚石原生矿普查磁测工作结果报告》,该工区大部分位于本次研究区内。

1983年,山东省地质矿产勘查开发局物探队为配合地质七队寻找金伯利岩,在惠民庄一带开展了一定的物探工作,提交了《山东省苍山县惠民庄地区金刚石原生矿普查磁测化探工作结果报告》。

1986—1991 年,山东省第二地质矿产勘查院开展了包括本区在内的 1:5 万区域地质调查工作,提交了《1:5 万向城、苍山、兰陵、磨山四幅区域地质调查报告》,并对该地区铁矿进行了地质调查,为本次铁矿勘查提供了基础性资料。

2001—2003 年,山东省地质调查院开展了“山东鲁西地区金矿评价”之“山东省鲁西下寒武统层状贵金属矿评价”,工作区涉及晒钱埠-莲子汪地区。研究认为在拾钱庄南金矿存在希望很大,但投入的工作量较少。

2005—2007 年,山东省第二地质矿产勘查院在研究区开展了多个矿区的铁矿普查、详查工作,提交了《山东省苍山县王埵沟矿区铁矿详查报告》《山东省苍山县前大窑矿区外围及深部铁矿普查报告》《山东省苍山县东新兴矿区铁矿详查报告》等。

2006—2007 年,山东省第二地质矿产勘查院又在莲子汪一带探明一矽卡岩型磁铁矿床,为研究区多种类型铁矿床找矿预测开拓了思路。

以往开展的各项工作质量可靠,取得的资料真实、准确,为本次研究工作奠定了基础。尤其是 1:5 000 高精度磁测资料控制面积大,为本次铁矿预测提供了很好的信息。

2009 年,山东省国土测绘院提交了《山东省苍山县贾庄地区多金属矿普查报告》。主要完成 1:1 万地质草测 20km²,1:1 万地面高精度磁测 17.48km²,槽探 1 500m³,钻探 500m。其工作重点位于羊山、土山一带,并发现了 3 个小的金、铜矿体,矿体主要由细粒变晶硅质岩、硅化闪长玢岩组成,呈扁豆状,长 60~84m、宽 0.83~0.9m,金品位为 $0.88 \times 10^{-6} \sim 4.22 \times 10^{-6}$,Cu 含量达 0.68%~6.07%,提交 Au 金属量 9.67kg,铜 183.49t。普查工作重点安排在羊山、土山一带。对于第四系覆盖区投入的工作很少。

以往地质工作范围详见图 1-2。

第一章 以往地质工作程度

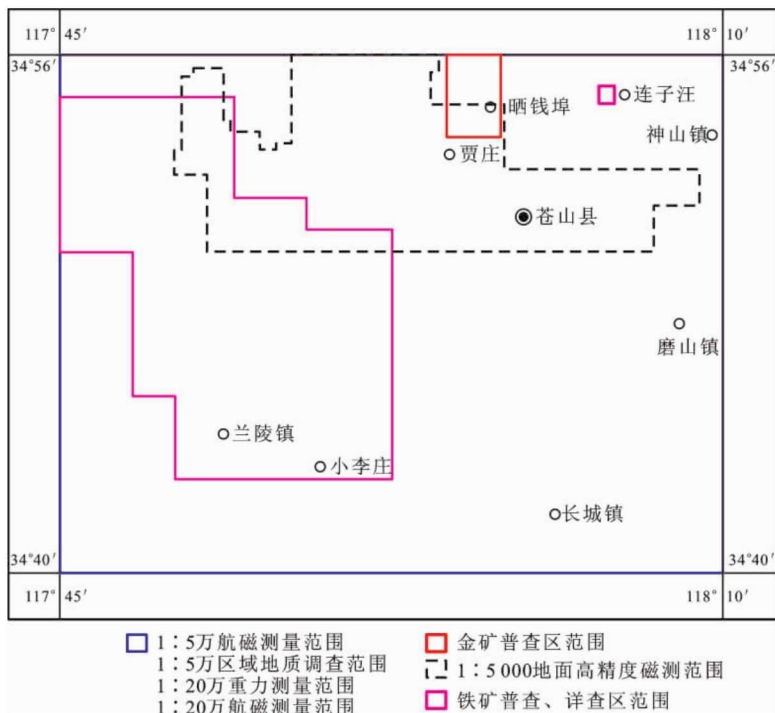


图 1-2 以往地质工作程度图

第二章 成矿地质背景

第一节 区域地质背景概述

一、区域地质背景

研究区位于华北板块(I)鲁西地块(II)鲁西隆起区(III)尼山隆起(IV)之尼山凸起(V)东南翼,郯庐断裂带南段西侧。新生代第四系分布广泛,新太古界分布局部;新元古界、古生界、中生界发育较完全,少量出露,大部分被第四系覆盖。断裂构造以多方向分布、多期次压扭性活动为特征。周边发育有青山群火山岩——安山岩、玄武岩,新太古代石英闪长岩和角闪闪长岩、英云闪长岩。古元古代、中生代岩浆侵入活动较剧烈,发育有中生代石英正长斑岩、二长花岗斑岩,中生代早燕山期南桥辉绿岩、栗园正长闪长玢岩、石英闪长玢岩,以及晚燕山期沂南角闪闪长岩、黑云花岗闪长岩、石英闪长岩和闪长玢岩、辉石闪长岩等各类浅成中酸性—基性侵入岩。

二、区域(重力、磁力异常特征)

山东省布格重力异常特征:以沂沭断裂带为界,胶东地区总体上呈现以正布格重力异常值为主,鲁西地区总体呈现负布格重力异常值,研究区位于负重力异常向正重力异常过渡的地带。

山东省航磁异常特征:以沂沭断裂带为界,胶东地区以负磁场

为主,鲁西地区则以正磁场为主,而研究区西部相对磁力值高,东部相对磁力值低(图 2-1)。

区域“鞍山式”铁矿异常具有如下特征:异常呈条带状,轴向 $282^{\circ}\sim 297^{\circ}$,宽 1 000m 以上;正异常两侧伴有负异常,异常形状规则,曲线圆滑,峰值高(在 20 000nT 或几万纳特左右),梯度变化大,是典型的“鞍山式”铁矿异常所特有。

区域接触交代型铁矿具有如下特征:异常形态呈圆形或椭圆形,以强度 300nT 等值线圈定的异常范围直径一般在 1 500 ~ 2 000m 之间,小则几十米,大则几千米。

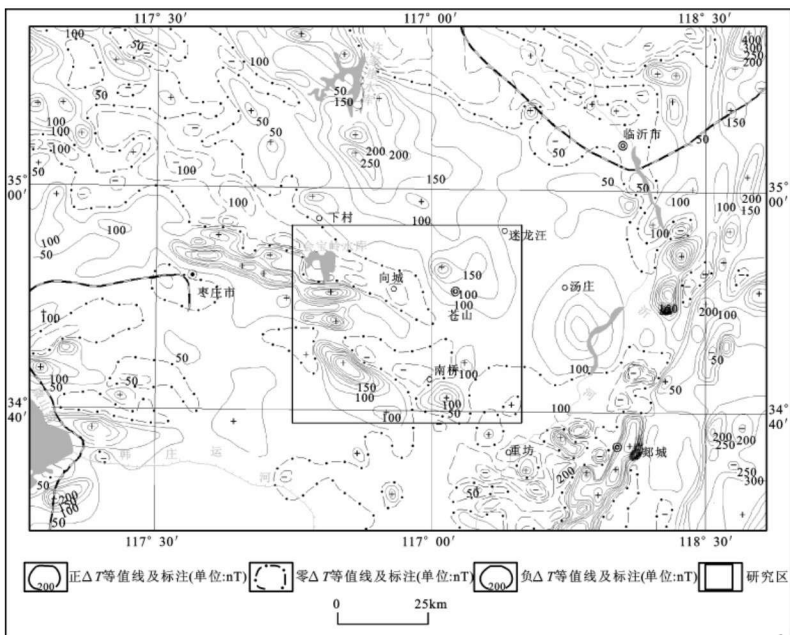


图 2-1 区域航磁(ΔT)异常图

区域各种岩石的物性特征为:磁铁矿石岩,磁性最强,可引起几万纳特的磁异常;橄榄粗玄岩能引起几十纳特至 800nT 的磁异

常;煌斑岩能引起几十纳特至 600nT 的磁异常;闪长玢岩的磁性不均匀,角闪闪长玢岩一般引起几十纳特至几百纳特的磁异常,最强 900nT;紫色砂页岩一般无磁性,少数能引起几十纳特至 250nT 的磁异常。

区域各岩性体的异常形态特征:铁矿层引起的异常呈条带状,规模较大,正异常伴生负异常,异常形态规则,曲线圆滑,峰值达 20 000nT 左右,梯度变化大;橄榄粗玄岩,异常呈窄而长的条带状;煌斑岩脉的异常呈条带状,规模较小;闪长玢岩体的异常呈较宽的条带状、椭圆状或不规则状,峰值不高,梯度小,极大值 160~300nT;紫色砂页岩的异常呈条带状或不连续的条带状,异常很窄、很长,峰值低,最低 130nT。

三、区域矿产

鲁西地区的铁矿床较为发育,目前已探明的铁矿产地有 76 处,其中大型矿床 9 处,中型矿床 19 处,小型矿床 31 处,累积探明储量为 1.9154×10^{12} t。前人研究表明,上述铁矿有大约 1/3 形成于前寒武纪,2/3 形成于燕山期(属接触交代型和岩浆热液型,与中、基性侵入岩体有关)。

研究区矿产资源较为丰富,主要有铁、煤、耐火黏土、水泥灰岩、白云岩及石英砂岩等。其中铁矿主要有“鞍山式”铁矿、“山西式”铁矿和小型的矽卡岩型铁矿床。

研究区位于苍峰铁矿带的东段,该成矿带为典型的“鞍山式”沉积变质铁矿成矿带,矿带规模巨大,全长约 31km。该成矿带目前已经发现 20 余处矿床,已探明矿石储量 8.7×10^8 t(表 2-1),不包括正在勘查的兰陵铁矿(预计储量大于 1×10^8 t)。

“山西式”铁矿产于陶枣盆地南、北两翼石炭纪地层中,长约 15km,矿层最厚处可达 9m,但矿层出露零星。矿石矿物主要为赤铁矿,最高品位可达 50% 左右。