

地质与矿产

山东省东平县大高庄铁矿床地质特征及矿床成因

王继芳,徐然,杜显彪,张国权,王志亮,黄坤朋

(山东省鲁南地质工程勘察院,山东 兖州 272100)

摘要:大高庄铁矿属“鞍山式”沉积变质型铁矿床,矿体隐伏于地下 40~48 m,赋存于泰山岩群山草峪组地层中,岩性为磁铁角闪石英岩,矿床由 3 个矿带 9 个矿体组成,其中 I-1 为主矿体,矿床平均品位 TFe 30.09%,mFe 22.51%。矿石工业类型为需选弱磁性贫铁矿石。通过对大高庄铁矿地质特征及矿床成因进行分析研究,对今后寻找同类型铁矿以及选择有效合理的勘探方法和手段具有重要意义。

关键词:铁矿床;地质特征;矿床成因;东平大高庄;山东省

中图分类号:P314

文献标识码:A

引文格式:王继芳,徐然,杜显彪,等.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.WANG Jifang, XU Ran, DU Xianbiao, etc. Geological Characteristics and Origin of Dagaozhuang Iron Deposit in Dongping County of Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2016, 32(5): 31-36.

大高庄铁矿位于东平县城南 10 km 处,行政区划隶属东平县彭集镇管辖,面积 1.640 4 km²。区内交通便利。目前大高庄铁矿已完成详查和开采设计工作,正在建井。分析大高庄铁矿床特征及矿床成因,对在类似地区寻找同类型铁矿具有参考意义。

1 成矿地质背景

大高庄铁矿床位于华北板块(I)鲁西隆起区(II)鲁中隆起(IIa)东平-肥城断隆(IIa₄)东平凸起(II²a₄)的南部。区域地层属华北地层大区晋冀鲁豫地层区的鲁西地层分区。矿床属东平-汶上铁矿带的一部分。

矿区全部为第四系覆盖,一般厚度 38~50 m。经钻孔揭示,第四系下主要为新太古代泰山岩群山草峪组含铁变质岩系,区内泰山岩群仅发育山草峪组,岩性以变粒岩为主,次为黑云斜长片麻岩、片岩夹条带、条纹状磁铁角闪石英岩,普遍遭受区域变质作用和不同程度的混合岩化作用,片理、片麻理发育,其走向 NW 306°~331°,倾向 SW,倾角 70°~76°。为该区铁矿的赋矿层位。区

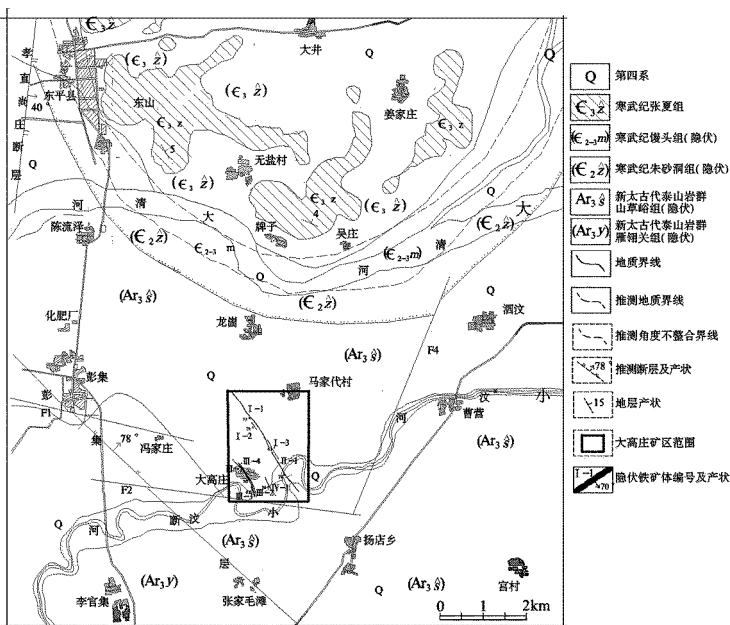


图 1 大高庄铁矿区域地质图

内断裂构造不发育,节理构造在局部地段较发育,以张性节理为主,剪性节理次之。区内岩浆岩不发育,个别钻孔中可见到少量伟晶岩脉发育,分布在山草峪组地层中(图 1)^[1]。

大高庄铁矿区内磁异常大致分 2 个带,东北带异常峰值为 400 nT,经勘查圈定了 4 个矿体,南西带

收稿日期:2015-07-31;修订日期:2015-09-07;编辑:曹丽丽

作者简介:王继芳(1969—),男,山东成武人,工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:2006_wjf@163.com

异常峰值达 600 nT,经勘查圈出了 4 个矿体。另在 2 个异常带间的 200 nT 低值区圈出了 1 个规模较小的矿体。矿体和磁异常吻合较好(图 2)。

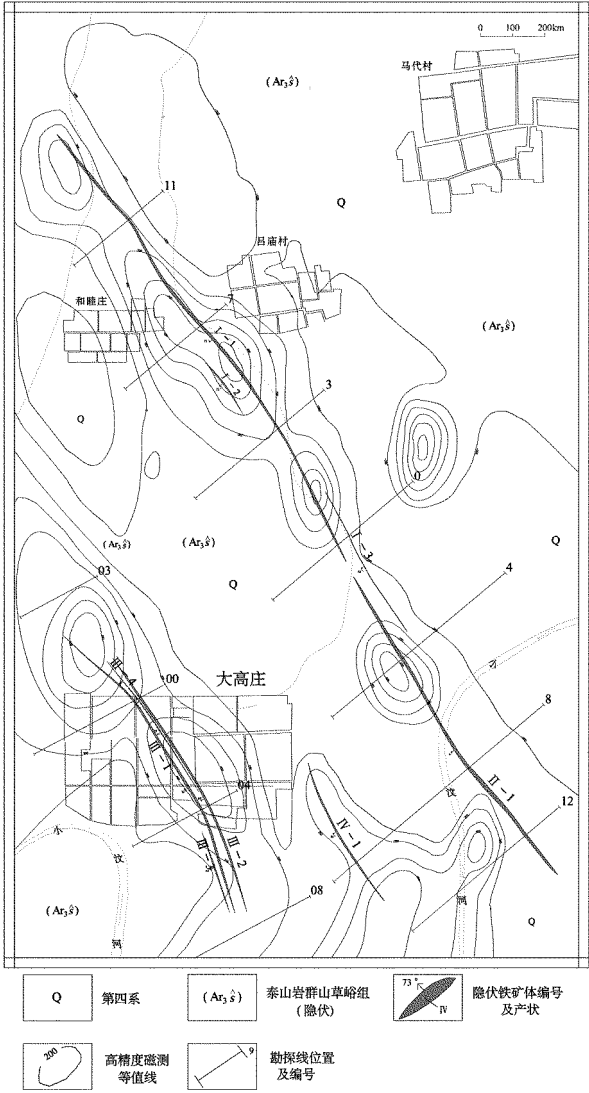


图 2 东平县大高庄铁矿床地质略图

2 矿床地质特征

2.1 矿床地质特征

大高庄铁矿床隐伏于第四系之下,埋深 40~48 m,由 3 个矿带 9 个矿体组成,矿体分别为 I-1, I-2, I-3, II-1, III-1, III-2, III-3, III-4, IV-1。矿体呈层状、似层状、透镜状,赋存于泰山岩群山草峪组地层中,岩性为磁铁角闪石英岩。各矿体近平行排列,产状与围岩一致。矿床共由 57 个钻孔和 58 个坑道工程控制,其中见矿钻孔 51 个,未见矿钻孔

6 个,见矿坑道 51 个,未见矿 7 个。矿体赋存标高 0~-540 m,埋深 48~588 m。区内矿体总体走向 320°,倾向 SW,倾角 58°~83°;区内矿带最长 2 800 m,控制最大斜深 630 m。矿床平均厚度为 6.28 m,厚度变化系数 86.42%,厚度不稳定。矿床内单样品 TFe 最高品位 40.97%,最低品位 22.99%;mFe 最高品位 31.46%,最低品位 15.08%;矿床平均品位 TFe 30.09%,mFe 22.51%,品位变化系数 TFe 10.47%,mFe 17.25%。矿体与顶底板围岩(黑云变粒岩)界线分明,无过渡现象。矿体与围岩间常夹有薄层斜长角闪岩。矿体内偶见夹石,矿化较连续。矿床资源储量 2 168.0 万 t,其中 I-1 矿体为主矿体;矿体资源储量 944.9 万 t,占总资源量的 44%。II-1, III-1, III-2, III-4 矿体为次要矿体;其余的 I-2, I-3, III-3, IV-1 矿体为零星矿体(表 1、图 2、图 3)。

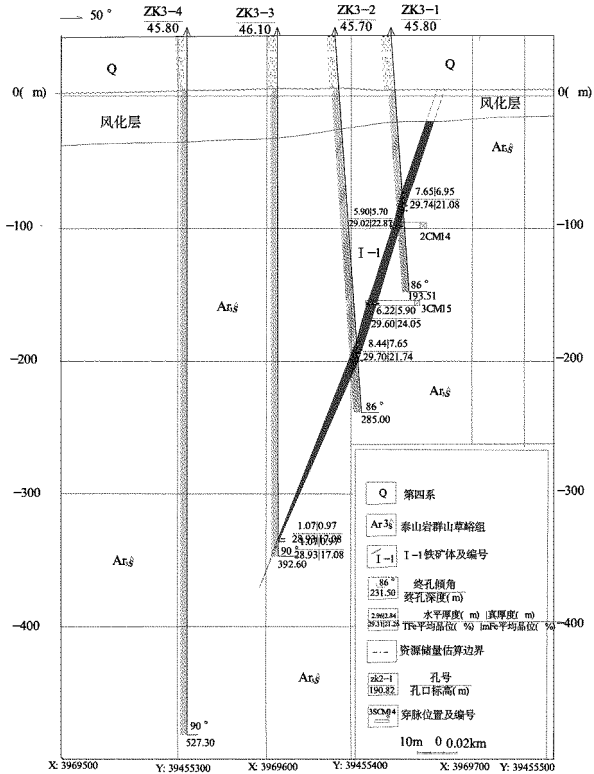


图 3 大高庄矿段第 3 勘探线地质剖面图

2.2 I-1 矿体特征

该矿体分布于 2~13 号勘探线间,跨 8 条勘探线,由 24 个钻孔、24 个坑道工程控制。矿体呈层状、似层状,走向 295°~345°,总体为 320°,倾向 SW,倾角 63°~78°;赋存标高 0~-540 m;埋深 48~588 m。矿体总长 1 650 m,区内长 1 627 m,控制斜深 630 m。矿体厚度 1.76~11.80 m,平均 6.07 m,厚

度变化系数 50.62%,属厚度变化中等矿体。该矿体自北西向南东沿走向厚度有变薄的趋势,沿倾向矿体厚度自上而下也逐渐变薄,直至尖灭(图 3)。矿体品位相对稳定,TFe23.68%~33.94%,平均 29.27%,TFe 品位变化系数 11.64%;mFe 品位

15.31%~31.45%,平均 20.21%,mFe 品位变化系数 20.84%;属有用组分分布均匀的矿体。沿走向品位呈波状起伏,总体变化不大。但沿倾向矿体品位自上而下有降低的趋势,下部出现少量低品位矿石,局部存在少量夹石。

表 1 东平县大高庄铁矿矿体特征

矿体 编号	赋存 标高(m)	埋深 (m)	矿体规模(m)		厚度(m)		变化 系数 (%)	产状(°)			平均品位(%)		变化系数(%)		矿体 形态	资源 储量 (万 t)	分布
			长度	斜深	水平 厚度	真厚度		走向	倾向	倾角	TFe	mFe	TFe	mFe			
I-1	0~ -540	48~588	1650	630	6.05	6.06	50.62	320	SW	63~78	29.48	21.15	11.64	20.84	层状	964.7	位于大高庄北约 900m 处,于 13~2 号勘探线间,矿体由 8 条勘探线、24 个钻孔、24 个穿脉控制
I-2	-25~ -350	70~395	300	350	1.60	1.52	26.60	320	SW	63~76	26.73	18.48	17.46	22.15	层状	29.0	矿体于 I-1 号矿体 SW 侧,与 I-1 号矿体平行排列。分布在 5 号勘探线两侧,由 3 个钻孔控制
I-3	-27~-158	77~209	563	120	1.56	1.40		320	SW	63	29.56	25.54			层状、 透镜状	21.4	矿体于 I-1 号矿体北东侧,与 I-1 号矿体平行排列。矿体于 1~4 号勘探线间,由 3 条勘探线 1 个钻孔 1 个穿脉控制
II-1	-22~ -328	72~378	1190	380	8.72	7.69	93.18	320	SW	69~83	30.99	24.10	12.12	19.14	层状	604.7	位于大高庄东约 700m 处,矿体于 0~12 号勘探线间,由 6 条勘探线 9 个钻孔 24 个穿脉控制
III-1	-30~ -470	75~515	1100	490	3.54	3.12	65	320	SW	60~79	32.30	24.23	12.50	13.45	层状	232.9	矿体被大高庄村庄压覆,于 03~08 号勘探线间,由 5 条勘探线 10 个钻孔控制
III-2	-70~ -520	115~565	900	500	2.73	2.36	30	320	SW	58~67	27.88	21.62	18.55	20.52	层状	192.0	矿体被大高庄村庄压覆,于 01~08 号勘探线间,由 4 条勘探线 10 个钻孔控制
III-3	-25~ -265	70~310	300	345	2.38	2.16		320	SW	67	31.07	24.16	22.29	18.38	层状	28.2	矿体位于 06 号勘探线两侧,由 2 个钻孔控制
III-4	-65~ -450	110~495	500	430	4.98	3.40	22.82	320	SW	58~60	31.17	24.16	13.39	19.67	层状	94.9	矿体位于 01~04 号勘探线间,由 2 条勘探线 3 个钻孔控制
IV-1	-25~ -215	70~260	450	220	2.48	2.12	25.59	320	SW	70	29.08	21.95	12.69	28.43	层状 透镜状	21.6	于 II、III 矿带之间,由 6 号、8 号 2 条勘探线、2 个钻孔控制
矿床	0~ -540	48~588	2802	630	5.95	5.35	86.42	320	SW	58~83	30.11	22.52	10.47	17.25	层状 似层状 透镜状	2189.4	由 3 条矿带、9 个矿体、57 个钻孔和 58 个穿脉控制,其中见矿钻孔 51 个,未见矿钻孔 6 个,见矿穿脉 51 个,未见矿 7 个

2.3 矿石质量

矿石矿物主要为磁铁矿,次为赤铁矿、黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿、白铁矿、黄铜矿及微量钛铁矿等。脉石矿物主要为石英、普通角闪石、铁闪石,次为透闪石-阳起石、黑云母、石榴子石、透辉石、斜长石、绿泥石、绿帘石以及电气石、磷灰石、金红石、褐帘石、楣石、方解石等。

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。组成铁矿石的暗色矿物和浅色矿物彼此相间排列,形成明显的条纹、条带状构造(图 4、图 5)。

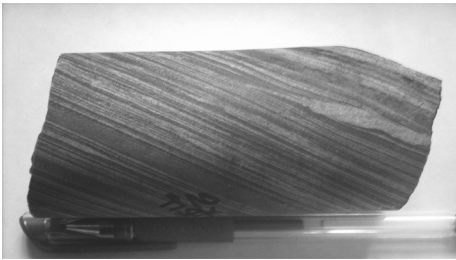


图 4 条带状磁铁矿角闪石英岩矿石

矿床内有益组分为 TFe, mFe, 伴生有益组分 TiO₂ 品位平均 0.08%;含量较低,达不到工业综合回收利用要求。据组合分析各矿体化学成分及平均含

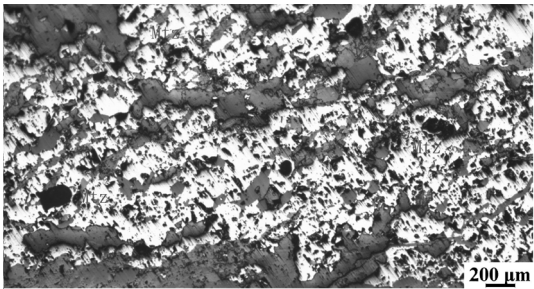


图 5 磁铁矿 (Mt) 集合体呈条纹状构造

量见表 2。从表 2 中可见,矿石中主要有害杂质 SiO₂ 含量较高,SiO₂ 最高含量 59.29%,最低含量 45.11%,平均含量 48.13%;有害组分 As 含量较低,最高含量为 29.98×10⁻⁶,最低含量 18.71×10⁻⁶,平均 25.51×10⁻⁶;SO₃ 含量较低,最高含量为 0.13%,最低含量 0.09%,平均 0.11%;P₂O₅ 含量也较低且变化小,最高含量为 0.18%,最低含量 0.146%,平均 0.16%。矿石中 Al₂O₃,CaO,MgO 等,平均含量均不超过 5%。其他元素微量。

表 2 东平县大高庄铁铁矿石组合分析结果

样品 序号	分析结果(%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SO ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	As(ω·10 ⁻⁶)
1	46.07	2.00	1.75	3.85	0.09	0.14	0.05	18.71
2	47.60	0.86	1.91	3.76	0.11	0.15	0.05	23.15
3	49.65	1.43	2.13	5.06	0.10	0.16	0.05	23.33
4	47.73	1.43	1.98	4.79	0.10	0.15	0.04	22.41
5	47.96	1.88	2.00	4.15	0.09	0.16	0.06	22.02
6	45.32	0.86	1.83	4.87	0.11	0.18	0.06	23.90
7	46.89	1.08	1.78	4.48	0.09	0.16	0.05	20.77
8	47.05	1.54	1.81	5.21	0.10	0.16	0.07	23.97
9	48.27	0.86	1.66	4.32	0.10	0.16	0.04	26.22
10	59.29	10.62	2.30	4.09	0.11	0.16	0.39	26.57
11	58.06	11.42	2.53	3.82	0.11	0.15	0.36	25.99
12	45.66	0.91	1.74	4.98	0.11	0.17	0.04	27.72
13	48.09	1.66	1.84	4.83	0.10	0.16	0.06	25.46
14	45.11	0.86	1.77	5.66	0.11	0.16	0.04	27.26
15	44.28	0.91	1.87	4.69	0.11	0.17	0.04	27.14
16	48.28	1.31	1.71	4.09	0.11	0.17	0.04	29.98
17	47.24	1.08	1.77	4.43	0.11	0.17	0.05	29.41
18	48.10	1.66	1.68	5.70	0.11	0.16	0.07	28.86
19	46.96	1.14	1.66	4.09	0.11	0.15	0.06	25.41
20	47.51	0.80	1.48	5.95	0.11	0.16	0.04	26.49
21	45.68	1.37	1.79	4.76	0.11	0.17	0.05	28.28
22	48.12	1.20	1.68	4.58	0.13	0.17	0.04	28.63
平均	48.13	2.13	1.85	4.64	0.11	0.16	0.08	25.53

该矿床矿石自然类型为条带-条纹状磁铁矿石。根据物相分析结果(表 3),矿床全铁(TFe)包括磁性铁(mFe)、硫化铁(sfFe)、碳酸铁(cFe)、硅酸铁(siFe)、赤铁(oFe),各矿体矿石中硅酸铁(siFe)、硫

化铁(sfFe)和碳酸铁(cFe)三者的质量分数之和平均为 2.97%。根据磁性铁(mFe)对全铁(TFe)的占有率,矿床磁性铁(mFe)对全铁(TFe)的平均占有率为 75%。属于需选铁矿石工业类型的弱磁性贫铁矿石。

2.4 矿石风氧化特征

鲁西岩层在经历了漫长的风化剥蚀期后,至加里东期才接受了早寒武世地层沉积,因此含铁岩系的氧化作用普遍存在。并且该区寒武系及以上地层全部剥蚀掉,在基底之上为厚 38~50 m 的第四纪地层。据钻孔揭示氧化厚度 10~30 m 之间,由北向南厚度增加,磁铁角闪石英岩质地松散,斜长石变为高岭土(土化),黑云母变为白云母。矿石全铁与氧化铁的比值(TFe/FeO)一般在 1.05~2.26 之间,仍属原生铁矿石。从岩心观察,矿区氧化带底界埋深 50~80 m,北部 11 线最浅,向南至 8 线逐渐加深,矿体主体均赋存于氧化带之下。

2.5 矿体围岩和夹石

大高庄铁矿属沉积变质型“鞍山式”铁矿床,矿体围岩岩性较为简单,主要为黑云变粒岩类。矿体内的夹石主要为条带状含磁铁(石榴、角闪)石英岩、黑云变粒岩等。根据对主要矿体夹石的统计,矿体形态简单,分叉合并现象不多见,夹石产状与矿体一致,对矿体的连续性和矿石质量影响较小。

3 矿床成因

3.1 成矿控制因素

大高庄铁矿位于汶上-东平铁矿成矿带北部,成矿带呈 NW 320°方向展布,带内不同规模的高磁异常众多。矿体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。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角闪石英岩型。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,再经后期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^[2]。

表 3 东平县大高庄铁矿矿石物相分析结果

样品 序号	矿体 编号	取样 工程	TFe (%)	分析结果(%)					占有率(%)				
				mFe	sfFe	cFe	siFe	oFe	mFe	sfFe	cFe	siFe	oFe
1	I-1	ZK7	32.16	25.61	1.76	1.45	0.73	2.61	79.63	5.47	4.51	2.27	8.12
2	I-1	ZK1	32.88	26.09	2.01	1.38	0.62	2.78	79.35	6.11	4.20	1.89	8.45
3	Ⅲ-1	ZK6	32.46	25.75	1.85	1.54	0.68	2.64	79.33	5.70	4.74	2.09	8.13
4	I-1	2CM8	25.24	19.27	0.50	1.91	0.25	3.31	76.35	1.98	7.57	0.99	13.11
5	Ⅱ-1	2SM2	31.33	25.69	0.52	1.12	0.38	3.62	82.00	1.66	3.57	1.21	11.55
6	I-1	3NCM2	29.83	24.78	0.56	1.46	0.28	2.75	83.07	1.88	4.89	0.94	9.22
7	Ⅱ-1	3SCM1	32.19	26.64	0.60	1.63	0.43	2.89	82.76	1.86	5.06	1.34	8.98
8	Ⅱ-1	3SCM10	27.94	22.97	0.76	1.70	0.34	2.17	82.21	2.72	6.08	1.22	7.77
9	Ⅱ-1	3ECM5	30.65	25.58	0.56	1.43	0.35	2.73	83.46	1.83	4.67	1.14	8.91
平均			30.51	24.71	1.01	1.51	0.45	2.83	80.99	3.31	4.95	1.47	9.28

3.2 矿化富集规律

富集特征与构造、后期岩浆热液以及变质程度有关。在褶皱构造的核部,矿体往往厚度大,品位高,远离则厚度变小,品位下降。彭集地段是主矿体分布区,而大高庄以西有小规模的矿体分布。矿区岩浆岩不发育,但岩石中伟晶岩细脉较多,其虽然对矿体有一定的破坏作用,但靠近伟晶岩细脉发育处矿石品位显著增高。该矿床属沉积变质型,随着变质程度的增高,矿体厚度、矿石品位以及矿物结晶颗粒大小均呈增大趋势。矿床内未见其他共(伴)生矿产。

3.3 矿床成因

新太古代,鲁西地区沉积了一套巨厚层含泥、铁质细砂岩夹硅铁质岩和基性火山物质的含铁砂质建造,并伴随有基性火山熔岩喷发,其中的铁质建造为铁质矿物的主要来源,经海水搬运迁移,铁质初步富集。在铁矿体形成过程中,经历了三期变质作用,使铁质逐步活化富集,形成层状、似层状含铁变质岩组合。

矿床赋存于山草峪组中下部层位,具层控特性。矿体属泰山岩群的一个组成部分,其与泰山岩群的形成演化过程是一致的。泰山岩群是发育在早期陆壳固结以后的稳定陆块上滨海-浅海环境的火山-碎屑沉积建造。成矿物质来源于海底火山喷发作用,在海盆中,胶状氢氧化铁和二氧化硅交替沉积,形成互层状硅铁沉积建造,经受区域变质作用时,在热力和定向压力作用下,产生重结晶作用及片理化作用,形成磁铁矿、石英、角闪石等主要矿物。在矿石中主要矿物定向排列,形成明显的黑白相间条纹一条带状构造。

总之,含铁沉积建造和基性火山岩喷发物为成

矿提供了丰富的物质来源,经海水搬运,铁质得到了初步富集,在区域变质的中温中压条件下,原岩物质发生重结晶作用,形成以磁铁矿、角闪石、石英等矿物成分为特征的沉积变质型“鞍山式”铁矿床。省内已勘探的苍峰铁矿、单县铁矿以及同属本成矿带的洪范池、石河王、彭集、大牛及梁林铁矿等均为同一类型^[3-4]。

4 找矿标志

根据矿床成因类型,结合铁矿床的具体特点,认为该区找矿标志有以下几个方面:

(1)地层标志。新太古代泰山岩群山草峪组变质地层是寻找“鞍山式”铁矿的有利层位^[5]。

(2)地球物理标志。高精度磁测结果表明,在磁铁矿体分布地段,可引起明显的高磁异常,经钻探验证,异常与矿体吻合较好。因此,高精度磁测异常是寻找“鞍山式”铁矿的间接标志。矿石具较强磁性是寻找该类矿床的一个重要物性特征。所以,在泰山岩群分布区的磁性异常是寻找该类型矿床的重要标志^[6]。

(3)矿体的赋存特征标志。矿体呈层状、似层状、透镜状产出。其产状大体与围岩片麻理产状一致,矿体沿走向多呈带状展布,其尖灭再现分支复合现象明显。沿已有磁铁矿体走向追索是寻找“鞍山式”铁矿的重要标志^[7]。

5 结论

该矿床属第四系之下的隐伏矿床,但埋深较浅。矿区内构造简单,无断层、岩浆岩破坏,主矿体 I-1 规模较大,品位稳定,厚度变化中等;属第Ⅱ勘查类型。矿山开采技术条件总体为Ⅱ-4 型。该类矿床

的勘查一般根据“物探先行、钻探验证、循序渐进”的原则,以前期区域航磁异常资料为基础,采用地质测量、高精度磁测、机械岩心钻探、井中三分量磁测、化验测试等综合勘查方法和手段,具体工作中根据实际情况采用“边施工、边分析资料、边优化工作设计”的工作方法,这样一定会取得事半功倍的工作效果和较理想的找矿成果。

参考文献:

[1] 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,1995:7.

[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,1998:90-119.

[3] 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,2006:291-350.

[4] 徐东来,胡艳霞.平阴县洪范池铁矿地质特征[J].山东国土资源,2008,24(1):8-9.

[5] 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.

[6] 安仰生,韩廷宝,刘邦君,等.山东苍山王埵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.

[7] 郝兴中,杨毅恒,李英平,等.综合找矿方法在覆盖区的应用:以山东省单县大刘庄铁矿勘查为例[J].吉林大学学报:地球科学版,2013,43(2):641-648.

Geological Characteristics and Origin of Dagaozhuang
Iron Deposit in Dongping County of Shandong Province

WANG Jifang,XU Ran,DU Xianbiao, ZHANG Guoquan, WANG Zhiliang,HUANG Kunpeng
(Lunan Geo-engineering Exploration Institute,Shandong Yanzhou 272100, China)

Abstract: Dagaozhuang iron deposit belongs to "Anshan type" sedimentary metamorphic iron deposit. Its ore bodies are hidden in the depth of 40~48m in the underground. It occurred in ShancaoYu formation of Taishan group. Its lithology is magnet quartzite. The deposit is composed of three ore belts and 9 ore bodies. Among them, I-1 ore body is the main ore body; The average grade of TFe is 30.09% and mFe is 22.51 %. Its industrial ore type is weak magnetic lean ore. Through analysis and study on geological characteristics and origin of Dagaozhuang gold deposit, it will provide effective and reasonable exploration method and means for searching the same type of iron deposit.

Key words:Iron deposit; geological characteristics; origin; Dagaozhuang in Dongping county