

辽宁本溪南芬铁矿床地质特征

边维勇¹ 欧阳兆灼² 张 朋²

(1. 辽宁省地质矿产调查院, 辽宁 沈阳 110032; 2. 沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110034)

摘 要 南芬铁矿床成因类型为太古宙鞍山式火山沉积变质铁矿床, 矿床规模为超大型, 矿体形态和组构较简单, 矿石有用组分分布均匀。矿体由分布于太古宙鞍山群茨沟岩组中的 3 个铁矿层组成, 控矿构造为单斜构造, 矿体的规模、产状、矿物组成、品位(TFe)稳定。

关键词 南芬铁矿 地质特征 沉积变质铁矿床 辽宁省

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NANFEN IRON DEPOSIT IN BENXI, LIAONING PROVINCE

BIAN Wei-yong¹, OU-YANG Zhao-zhuo², ZHANG Peng²

(1. Liaoning Institute of Geology and Mineral Resources Survey, Shenyang 110032, China;

2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110034, China)

Abstract :The Nanfen iron deposit, genetically belonging to Archean volcanic sedimentary metamorphic deposit of Anshan type, is in super large scale, with simple orebody shape and evenly distributed useful components. The ore bodies are composed of three iron ore layers which are distributed in the Archean Anshan group. The ores are controlled by monoclinic structure, with stable scale, occurrence, mineral composition and grade of TFe.

Key words :Nanfen iron deposit; geological characteristics; metamorphic sedimentary iron deposits; Liaoning Province

南芬铁矿位于辽宁省本溪市南芬区庙儿沟至黄柏峪沟地区, 由铁山区和黄柏峪区构成, 其中以铁山区为最大。矿山建于 1911 年, 是我国目前最大的黑色冶金露天矿山, 是本溪钢铁集团铁矿石主要生产基地之一。矿区南北长 5.5 km, 东西宽 0.4~1 km, 面积为 4.6 km²。

南芬铁矿属太古宙鞍山式火山沉积变质铁矿床^[1-2], 矿床规模为超大型, 矿体形态和组构简单, 矿石有用组分分布均匀^[3]。矿体呈层状—似层状整合产于鞍山群茨沟组变质岩系中^[3-4]。矿体由 3 个铁矿

层组成, 控矿构造属于单斜控矿, 铁矿层走向西北, 倾向南西, 倾角 40~55°。地表出露全长 3400 m, 工业矿段总长 3000 m。3 个铁矿层的平均厚度为 40.18 m, 其中以 Fe-3 矿层最大, 储量占全区的 82.6%。

矿区在 1953~1976 年期间先后经过 4 次详细地质勘探工作, 累计探明地质储量 12.8×10⁸ t, 其中工业储量(A+B+C 级)10.1×10⁸ t, 远景储量(D 级)2.7×10⁸ t^[5], 截至 2010 年底, 累计采出矿石 4.00×10⁸ t, 现实际保有储量 8.9×10⁸ t。2010~2011 年由中国地质调查局和辽宁省国土资源厅出资对南芬铁矿南西外围的深部矿体进行

收稿日期 2011-12-29 修回日期 2012-02-22 编辑 张哲

作者简介 边维勇(1968—), 男, 高级工程师, 现从事地质矿产调查工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区宁山中路 42 号羽丰大厦 24-10, E-mail/bwy2005@126.com

①王金玉, 等. 辽宁省区域矿产总结. 2005.

②才玉民. 庙儿沟铁矿床铁山区边缘—黄柏峪区补充地质勘探总结报告. 1964.

③王子臣, 等. 本溪南芬铁矿二期扩建地质勘探报告. 1976.

了初步勘查,验证在-940 m 标高处 Fe-3 矿层的存在,铁矿床资源总量得到进一步扩大。

本文通过对前人资料系统研究,结合 2010~2011 年南芬铁矿深部勘查成果,对南芬铁矿体地质特征进行总结,为矿山后期勘探提供依据。

1 成矿地质背景

鞍山地区地处中朝准地台胶辽台隆太子河-浑江台陷的辽阳-本溪凹陷上(一级构造单元)。该地区是我国重要的太古宙花岗岩-绿岩带分布区,分布有太古宇鞍山群中上部的茨沟岩组、大峪沟岩组和樱桃园岩组^[5-10]。目前已经发现和开发众多大型、超大型铁矿床,如大台沟、徐家堡子、弓长岭、南芬、齐大山、东鞍山等(图 1)。

研究表明,南芬铁矿原岩建造为基性火山岩-中酸性火山杂砂岩、泥质岩硅铁质建造,在时间、空间和成因上与海相火山作用密切相关,属于火山沉积变质型,即阿尔戈马型铁矿^{[3]①}。

2 矿体地质特征

南芬铁矿由 3 层大致平行的铁矿体组成,编号分别为 Fe-1、Fe-2 和 Fe-3 (图 2)。矿体总体呈北西走向,倾向南西,倾角 40~55°。矿体呈层状-似层状整合产于鞍山群茨沟组变质岩系中,层位稳定,界线清晰。局部见有脉状、带状或透镜状小规模富铁矿体,且赋存于条带状磁铁石英岩中。

2.1 Fe-1 层铁矿体

Fe-1 层铁矿北段由-4~14 线(图 2),长为 1800 m;南段 21~26 线,工业矿长为 400 m。矿层厚度一般为 5~20 m,合计工业矿段长 2200 m。最厚 12 线为 28 m,矿层平均厚为 10.66 m。矿层倾斜延深较稳定。

2.2 Fe-2 层铁矿体

Fe-2 层铁矿地表出露有 2 段。北段分布在-6~15 线(图 2),工业矿段长 1900 m;南段分布在 21~25 线,工业矿段长 600 m。矿层走向由 310~335°。12 线以南大致近南北向分布,倾向南西或西,倾角 44~50°,平均 47°。北段矿层厚度 10~30 m,纵向变化比较稳定;南段

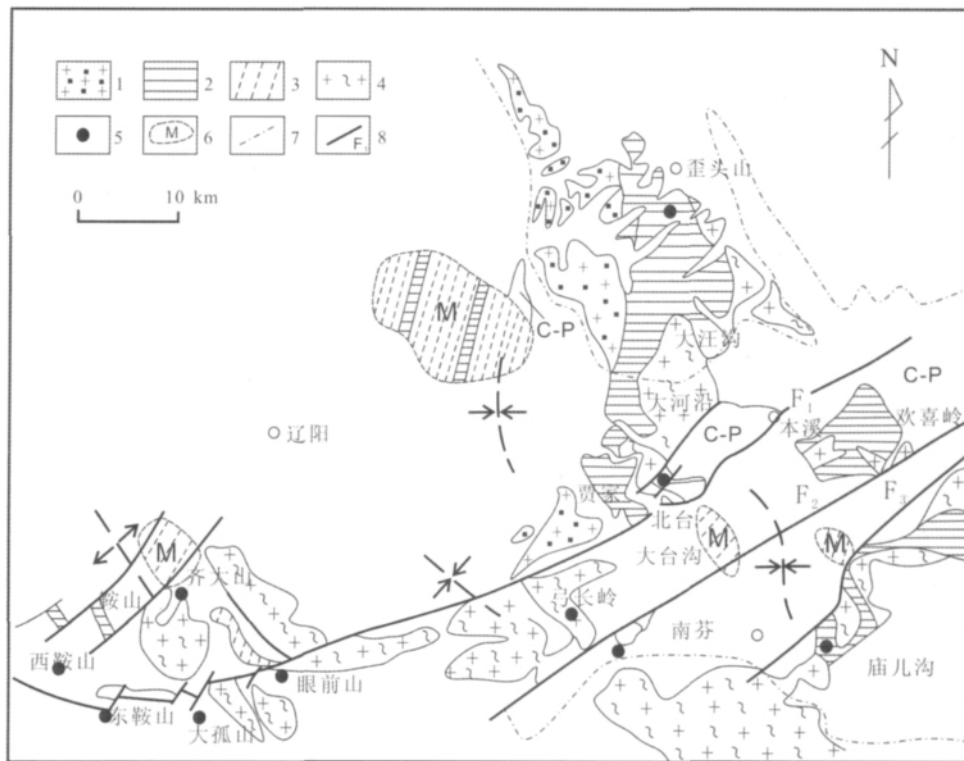


图 1 辽宁鞍山-本溪地区条带状铁矿分布简图 (据沈其韩, 1998)

Fig. 1 Distribution of the iron deposits in Anshan-Benxi area (from SHEN Qi-han, 1998)

1—大峪沟组(Dayugou fm.); 2—茨沟组(Cigou fm.); 3—樱桃园组(Yingtaoyuan fm.); 4—花岗岩岩石(granitic rocks); 5—矿床(deposit); 6—磁异常(magnetic anomaly); 7—震旦系-寒武系分布区(Sinian-Cambrian); 8—大断裂(major fault)

①王金玉,等. 辽宁省区域矿产总结. 2005.

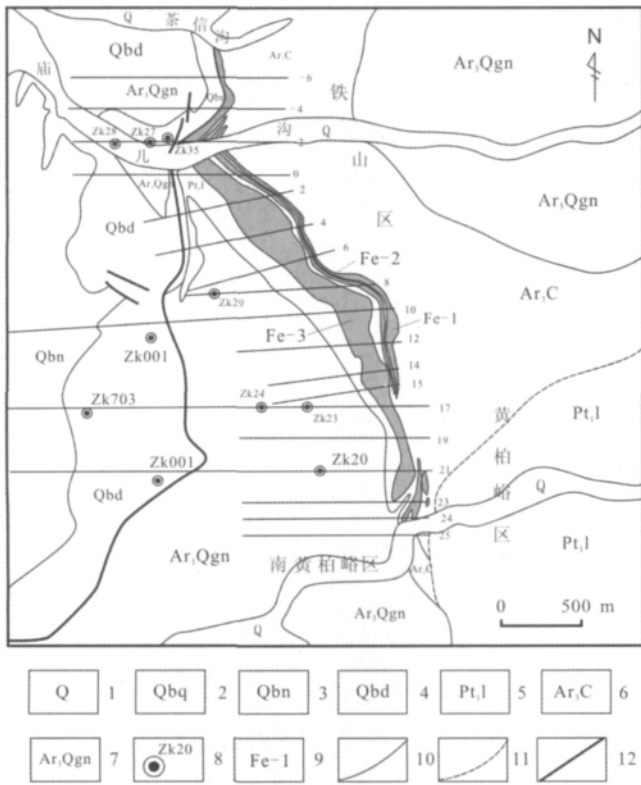


图 2 南芬铁矿地质简图

Fig. 2 Geologic map of the Nanfen iron ore field

1—第四系冲积层 (quaternary); 2—青白口系桥头组 (Qiaotou fm., Qingbaikouan sys.); 3—青白口系南芬组 (Nanfen fm., Qingbaikouan sys.); 4—青白口系钓鱼台组 (Diaoyutai fm., Qingbaikouan sys.); 5—辽河群浪子山组 (Langzishan fm., Liaohe gro.); 6—鞍山群茨沟组 (Cigou fm., Anshan gro.); 7—鞍山群齐大山片麻岩 (Qidashan gneiss of Anshan gro.); 8—斜长角闪岩 (amphibolite); 9—铁矿体代号 (iron ore body and number); 10—地质界线 (geologic boundary); 11—不整合地质界线 (unconformity); 12—断层 (fault)

矿层中部厚, 两侧薄, 全层平均厚为 21.29 m, 倾斜延深较稳定。

2.3 Fe-3 层矿体

该层为矿区最大铁矿层, 南起 23 线, 北止 -6 线 (图 2), 工业矿段总长 2900 m, 矿层走向为 330~335°, 倾向南西, 倾角 44~50°, 平均 47°。矿层厚 6.09~156.72 m, 平均 87.88 m, 矿层延深已控最大深度 (17 线) 达 -940 m, 从地表矿层出露最高点 815 m~940 m, 垂深达 1755 m。总之, 无论在走向上或倾斜延深上, 都是厚度大、规模稳定的板状矿层。矿层在走向上的变化, 地表 8、10 两线厚度最大, 分别为 194 m 和 167 m, 南北两侧逐渐变薄并尖灭。垂向上, 处于地表中部的矿层虽厚, 但向深部矿层逐渐变薄, 而两侧矿层则由薄变厚, 至 300 m 标高以下, 矿层厚度趋向稳定, 至 -940 m 标高矿层厚度

稳定无变化 (表 1)。除去 -6 和 23 线矿层近尖灭线外, 其他各线地表的矿层厚为 56~194 m, 平均 107 m; 至 0 m 标高, 矿层厚为 75~138 m, 平均 108 m。两者平均厚度虽接近, 但变化的幅度不同。再从 0 m 标高矿层厚度来看, -4~10 线矿层极为稳定, 厚 104~138 m, 平均 117 m; 而 12~21 线矿层厚 75~120 m, 平均 92.5 m, 变化虽稍大, 但也很稳定。这一稳定程度至 -200 m 标高应无变化。通过 2010~2011 年勘探成果统计, 10 线从 0 m~530 m 标高, 矿层厚度 115~125 m, 平均 119 m, 极为稳定; 17 线从 0~-940 m 标高, 矿层厚度 78~80 m, 平均 79 m, 极为稳定; 21 线从 0~-760 m 标高, 矿层厚度 92~185 m, 平均 125 m, 厚度增大 (表 1)。

3 矿石特征

3.1 矿石矿物成分

主要矿石矿物成分为磁铁矿、赤铁矿, 次为黄铁矿、镜铁矿、菱铁矿及微量黄铜矿。脉石矿物有石英、透闪石及阳起石、滑石、铁白云石等。

3.2 矿石组构

矿石的结构主要为不均匀粒状变晶结构, 其次为纤状变晶结构。矿石构造主要是条带状构造、条纹状构造和块状构造, 其次是片状构造。

3.3 有用矿物的含量及变化

按工业指标规定 TFe/FeO 之比值大于或等于 3.5 者为氧化矿 (赤铁矿), 小于 3.5 者为原生矿 (磁铁矿)。为了解全区原生矿和氧化矿分布情况, 选择 -2、8 和 10、17、21 线将 Fe-3 层铁样品的 TFe/FeO 做一统计 (表 2)。

根据统计结果, 小于 3.5 者为 465 个样, 占总数的 98.5%; 等于或大于 3.5 者为 7 个样, 占总数的 1.5%。说明 Fe-3 层铁以磁铁矿为主, 赤铁矿含量较少。从各勘探线浅部钻孔至深部钻孔的 TFe/FeO 比值统计来看, -2 线和 8、10 线及 21 线由浅部至深部均为磁铁矿, 17 线由浅部至深部磁铁矿样品数增大, 赤铁矿样品数减少。

4 矿床品位变化特征

4.1 全铁含量变化特征

根据前人地质资料, 矿床 TFe 含量为 20%~40%, 平均 31.82%^[6]。Fe-1 层铁 TFe 含量 25%~40%, 平均为 34.23%; Fe-2 层铁 TFe 含量 20%~40%, 平均为 31.74%; Fe-3 层铁 TFe 含量 20%~40%, 平均为 30.18%。

表 1 Fe-3 矿层厚度空间变化统计表

Table 1 The thickness statistics of Fe-3 layer

勘探线	-6	-4	-2	0	2	4	8	10	12	17	19	21	23
地表或 526 台阶	10	56	98	102	124	120	194	167	95	50	74	95	12
+300 m 标高	6	78	98	103	130	115	169	129	60	60	83	114	7
0 m 标高	10	104	138	108	120	113	120	117	75	78	120	97	6
-200 m 标高	12	121	150	106	120	113	117	115	74	78	120	92	6
-530 m 标高								125					
-760 m 标高												185	
-940 m 标高										80			
平均	10	90	121	105	124	115	150	131	76	69	99	117	8

厚度单位:m

表 2 Fe-3 层铁样品的 TFe/FeO 比值统计表

Table 2 The TFe/FeO ratio statistics of samples from Fe-3 layer

勘探线	-2 线(浅—深)			8、10 线(浅—深)		17 线(浅—深)			21 线(浅—深)		合计	
	钻孔号	ZK35	ZK27	ZK28	ZK29	ZK1001	F	ZK24	ZK1703	ZK20		ZK001
控制标高/m		-15	-15	-230	-120	-530	175	-20	-1000	-60	-760	
TFe/FeO<3.5 样品数		57	50	43	46	67	14	16	51	23	98	465
TFe/FeO≥3.5 样品数		0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	7
合计		57	50	43	46	67	18	19	51	23	98	472

通过对矿区钻孔取得的 881 个样品 TFe 分析结果统计(表 3) Fe-1 层铁样品 TFe 含量以小于 20%、25%~30%、30%~35%居多,所占比例为 26.2%~29.5%;其次为 20%~25%的 TFe 含量范围,所占比例为 13.1%;最少的为 35%~40%,所占比例为 3.3%。Fe-2 层铁样品 TFe 含量以 30%~35%、35%~40%居多,所占比例为 30.8%~36.9%;其次为 20%~25%和 25%~30%的 TFe 含量范围,所占比例为 10.8%~13.8%,最少的为小于 20%,所占比例为 7.7%。Fe-3 层铁样品 TFe 含量以 30%~35%居多,所占比例为 44.1%;其次为 25%~30%和 35%~40%的 TFe 含量范围,所占比例为

19.3%~24.5%;再次为小于 20%、20%~25%的 TFe 含量范围,所占比例为 4.1%~7.0%;最少的为大于 40%,所占比例为 0.9%。

从整个矿床来看,TFe 含量以 30%~35%居多,所占比例为 42.0%;其次为 25%~30%、35%~40%的 TFe 含量范围,所占比例为 19.5%~23.6%;再次为小于 20%、20%~25%的 TFe 含量范围,所占比例为 6.1%~7.9%,最少的为大于 40%,所占比例为 0.8%。

4.2 矿石品位空间变化特征

通过对矿区 16、17、19、21、23、25 线铁矿石 TFe 含量统计(表 4)^①可知,Fe-3 层铁样品 TFe 含量无论

表 3 钻孔各铁层 TFe 含量波动情况

Table 3 The TFe contents of iron layers in drilling holes

TFe 含量范围/%	Fe-1 铁样品		Fe-2 铁样品		Fe-3 铁样品		合计	
	个数	比例/%	个数	比例/%	个数	比例/%	个数	比例/%
<20	18	29.5	5	7.7	31	4.1	54	6.1
20~25	8	13.1	9	13.8	53	7.0	70	7.9
25~30	16	26.2	7	10.8	185	24.5	208	23.6
30~35	17	27.9	20	30.8	333	44.1	370	42.0
35~40	2	3.3	24	36.9	146	19.3	172	19.5
>40					7	0.9	7	0.8
合计	61		65		755		881	

①王子臣,等.本溪南芬铁矿二期扩建地质勘探报告.1976.

表 4 各勘探线不同部位 TFe 平均含量统计表

Table 4 The TFe statistics of average content in different parts of exploration lines

矿层	深度	各勘探线不同部位 TFe 平均含量%					
		16 线	17 线	19 线	21 线	23 线	25 线
Fe-1	地表				27.43	35.99	
	浅部				29.51		
	深部				29.08		
Fe-2	地表				30.34	37.43	39.52
	浅部				34.09	29.87	43.22
	深部				32.62		
Fe-3	地表	30.02	27.24	32.44	33.09	28.01	
	浅部		30.90	32.34	31.71	30.19	
	深部		30.16	30.75	27.84		

注: 浅部代表沿倾向距地表 200 m 以内, 深部代表沿倾向距地表 200~400 m 范围。

沿走向或沿倾向变化均不大, 一般不超过 3%。而 Fe-1、Fe-2 层铁因局部有富集现象, 故含量沿走向或沿倾向分布不够稳定。

4.3 矿床有害组分含量特征

通过收集前人资料及对深部矿体 (-500 m 以下) 铁矿石有害组分分析统计(表 5) 其特征如下:

铁山区 SiO₂ 含量 40%~55%, 平均为 48.95% ; S 含量 0.06%~6.0%, 平均为 0.3% ; P 含量 0.01%~0.1%, 平均为 0.05% ; Mn 含量 0.01%~0.2%, 平均为 0.06%。

黄柏峪区 SiO₂ 含量 40%~55%, 平均为 48% ; S 含量 0.01%~0.6%, 平均为 0.09% ; P 含量 0.01%~0.4%, 平均为 0.06% ; Mn 含量 0.01%~0.1%, 平均为 0.07%。

深部矿体 (-500 m 以下) SiO₂ 含量 34.14%~65.66%, 平均为 48.83% ; S 含量 0.00%~0.61%, 平均为 0.11% ; P 含量 0.05%~0.12%, 平均为 0.07% ; Mn 含量 0.04%~0.44%, 平均为 0.11%。

矿体总体特征是高 Si, 低 S、P、Mn, SiO₂ 含量空间分布较稳定。铁山区的 S 含量明显高于黄柏峪区与深部矿体, 黄柏峪区 S 含量略高于深部矿体, 可能说明铁

山区的铁矿石氧化程度小于黄柏峪区, 深部矿体氧化程度小于浅部矿体。

5 矿石类型划分

按矿区矿石工业类型将矿石划分为贫铁矿石和富铁矿石, 自然类型主要有磁铁石英岩和透闪磁铁石英岩, 次要有磁铁赤铁石英岩或赤铁磁铁石英岩、赤铁石英岩、菱铁磁铁石英岩及磁铁滑石片岩。

Fe-3 层矿石主要由磁铁石英岩、透闪磁铁石英岩组成, 次要有赤铁石英岩及少量菱铁磁铁石英岩。Fe-2 层北段为磁铁石英岩、透闪磁铁石英岩, 南段矿石氧化程度较深, 赤铁石英岩占 50% 以上, 最高占 70%。Fe-1 层矿石主要由磁铁石英岩、赤铁石英岩组成, 南段矿层氧化较强, 25 线以南有一赤铁富矿。

6 矿体围岩及夹石

矿体围岩主要为绿帘角闪石英绿泥片岩、绿帘角闪片岩和绿泥石英云母片岩。矿体中常整合有数条厚度不大的非矿夹层, 夹层的产状、成分与围岩一致, 唯含铁量稍高。矿体尖灭处围岩成分增高, 而近矿围岩含铁多, 说明矿体与围岩接触处成分有过渡现象。

矿层上部围岩为黑云绿泥片岩、石英绿泥片岩, 下部围岩为石英绿泥片岩和绿泥石英云母片岩。Fe-3 和 Fe-2 层铁之间为绿泥石英云母片岩, Fe-2 和 Fe-1 层铁之间为绿帘角闪片岩。

Fe-3 矿层夹石多为石英绿泥片岩或含磁铁透闪片岩, Fe-2 矿层夹石多为绿泥石英云母片岩, Fe-1 矿层夹石多为绿泥石英云母片岩或绿帘角闪片岩。

7 矿床成因

南芬铁矿含铁地层岩石组合为二云母长石石英片岩、二云母石英片岩、绿帘角闪石英绿泥片岩、磁铁石英岩及赤铁石英岩, 其原岩建造为基性火山岩-中酸

表 5 矿区铁矿石有害组分含量统计表

Table 5 The harmful component contents in the iron ore

有害组分	铁山区		黄柏峪区		深部矿体(-500 m 以下)	
	波动范围/%	平均%	波动范围/%	平均%	波动范围/%	平均%
SiO ₂	40~55	48.95	40~55	48	34.14~65.66	48.83
S	0.06~6.0	0.30	0.01~0.6	0.09	0.00~0.61	0.11
P	0.01~0.1	0.05	0.01~0.4	0.06	0.05~0.12	0.07
Mn	0.01~0.2	0.06	0.01~0.1	0.07	0.04~0.44	0.11

性(火山)杂砂岩、泥质岩硅铁质沉积建造^[4]。矿床的形成与海相火山作用在时间上、空间上和成因上密切相关,属于火山沉积变质型铁矿,相当于阿尔戈马型铁矿,铁矿形成于新太古代^[10-17]。根据区域地层对比,本区含矿地层归为鞍山群茨沟组^[17]。

8 结语

综上所述,南芬铁矿属新太古代鞍山式火山沉积变质铁矿床,矿体规模为超大型,矿体形态和构造均简单,矿石有用组分分布均匀。矿体呈层状—似层状整合产于鞍山群茨沟组变质岩系中。矿石工业类型为磁铁矿石英岩和透闪磁铁矿石英岩。矿体分为3层,以Fe-3矿层厚度最大,沿走向或倾向厚度稳定,矿化比较均匀。Fe-3矿体延伸至-940 m米应很稳定,矿体厚度和矿石品位变化较小。矿体有害组分S、P、Mn含量很低。

参考文献:

- [1]李志红,朱祥坤,唐索寒.鞍山-本溪地区条带状铁建造的铁同位素与稀土元素特征及其对成矿物质来源的指示[J].岩石矿物学杂志,2008,28(4):285—289.
- [2]徐光禹等.辽宁省区域地质志[M].北京:地质出版社,1982:600—604.
- [3]DZ/T0200-2002.铁、锰、铬矿地质勘查规范[S].
- [4]张朋,乔树岩,杨宏智.辽宁南芬铁矿床地质特征及找矿前景[J].金属矿山,2011,40(12):91—93.
- [5]万渝生.辽宁弓长岭含铁岩系的形成与演化[M].北京:北京科学技术出版社,1993:1—232.
- [6]任群智,姚玉增,金成洙.鞍山黑石砬子铁矿地质特征[J].地质与资源,2007,16(2):94—96.
- [7]鞠振南,卫广远,刘凤英.辽阳弓长岭富铁矿的成因探讨[J].黑龙江科技信息,2009(16):53.
- [8]张秋生等.辽东半岛早期地壳与矿床[M].北京:地质出版社,1988:1—217.
- [9]沈其韩.华北地台早前寒武纪条带状铁英岩地质特征和形成的地质背景[A]//程裕淇.编.华北地台早前寒武纪地质研究论文集.北京:地质出版社,1998:1—30.
- [10]吴家善等.鞍山群铁建造与东鞍山花岗岩沉积不整合的厘定[A]//程裕淇.编.华北地台早前寒武纪地质研究论文集.北京:地质出版社,1998:83—91.
- [11]方如恒.辽宁铁矿类型与演化[J].辽宁地质,1995(2):108—135.
- [12]王福利.浅谈鞍山式富铁矿地质特征及找矿方向[J].吉林地质,2008,27(2):45—51.
- [13]白瑾等.华北陆台北缘前寒纪地质及成矿作用[M].北京:地质出版社,1993:1—125.
- [14]程裕淇.中国东北部辽宁山东等省前震旦纪鞍山式条带状铁矿中富矿的成因问题[J].地质学报,1957,37(2):153—176.
- [15]周世泰.鞍山-本溪地区鞍山群变质岩岩石化学研究及条带状铁矿的成矿条件[J].中国地质科学院院报,1987,9(2):139—153.
- [16]张秋生等.中国早寒武纪地质及成矿作用[M].长春:吉林人民出版社,1984:1—105.
- [17]王守伦.鞍本地区鞍山群富铁矿成因类型的讨论[J].矿床地质,1986,5(4):14—22.