

鲁中地区黑旺式富铁矿的矿床成因 类型、成矿地质特征及找矿方向的研究

孙未君 张明立

(天津地质研究院) (山东冶金地质勘探公司)

为加强富铁矿的地质研究和找矿工作,我们对鲁中黑旺式富铁矿床进行了矿床地质,区域地质,矿石类型及物质成分等方面的研究。通过工作,我们认为黑旺式富铁矿床是有沉积作用、热液作用 and 风化作用三者迭加的一种复合成因的富铁矿床。

该种矿床类型的矿石成分简单、品位高、有害组分硫、磷含量低,具自熔性、易炼,埋藏浅,是一种优质富铁矿床。

黑旺式铁矿在鲁中地区分布广泛,有一定远景。因此,加强这种类型矿床的研究,将会对我国富铁矿的找矿工作提供有利的信息。

黑旺式铁矿床产出的层位及岩性特征

该类型矿床受一定层位控制。在鲁中地区具有一定规模的铁矿床主要产在中、上寒武统和中奥陶统内,分布在那些主要为纯灰岩、碎屑岩和白云质灰岩的岩相中,矿体赋存部位一般在由纯灰岩向泥灰岩、白云质灰岩过渡或白云质灰岩向纯灰岩过渡的部位(图1)。如芦芽店、乐瞳、南邢永山、黑旺等一些似层状矿体。所以,黑旺式铁矿主要出现在粘土岩——颗粒碳酸盐岩阶段。这种沉积建造阶段对铁矿的控制与实际剖面上铁矿多出现在碳酸盐岩向泥质灰岩、白云质灰岩过渡部位上的现象是一致的。鲁中地区含矿层附近的碳酸盐岩,虽对其全岩含矿丰度未做过系统的采样分析,但据零星的资料可知,全铁品位达13—15%的碳酸盐岩较为常见,如乐瞳、黑旺、肥城、马山等地。另外,我们对离矿区稍远的莱芜牛马庄上寒武统地层进行剖面实测时,采集了七个碳酸盐岩样品做全铁分析,其含铁量在2.27~4.84%范围内,超过涂里千和费德波平均值数倍以上。

黑旺式铁矿矿床成矿地质特征

该区矿床主要受以下三个因素的控制:

(一) 含矿地层及其展布

中奥陶统马家沟组(O_2m)为厚层状纯灰岩、豹皮灰岩夹泥质灰岩,白云质灰岩及含燧

界	系	统	阶	组	段	地代层号	地层岩性与矿化关系	厚度(米)	岩性描述	矿床实例
新生界	第四					Q		0—7.0	细砂、粘土、砂砾。	
古生界	奥陶系	中统	马家沟组	五段		O ₂ ⁶		65—117	泥质白云质灰岩。	
				四段		O ₂ ⁴			厚层纯灰岩含燧石结核、豹皮灰岩。	黑旺虎头平顶山等。
				三段		O ₂ ³		50	泥灰岩、含角砾。	
				二段		O ₂ ¹		38—325	中厚层状纯灰岩夹纹层泥质白云质灰岩。	黑旺文登店子郭庄龙王沟等。
				一段		O ₂ ¹		30	黄绿色角砾状泥质白云质灰岩。	
		下统	亮甲山组			O ₁ (Y+L)		125—290	下部为中厚层状白云岩；中部为含燧石结核白云岩，上部为白云质灰岩及白云岩。	寨子。
	寒武统	上统	凤山阶			Є _{3f}		27—184	主要为厚层条带状灰岩、泥质条带灰岩、竹叶状灰岩、豹皮灰岩、白云质灰岩、白云岩。	文登店子北寨宫寨子等。
			长山阶			Є _{3c}		45—175	主要为竹叶状灰岩、中厚层状灰岩、夹泥质条带灰岩并夹有黄绿色页岩。	
			崮山阶			Є _{2g}		26—223	主要为薄层灰岩、黄绿色页岩夹灰岩透镜体。	胡垛洛。
		中统	张夏阶			Є _{2z}		93—391	下部发育厚层鲕状灰岩，中部为黄绿色页岩夹灰岩透镜体，上部为白云质豹皮灰岩。	乐町芦芽店瑞山后张平洼杓山寨等。
			徐庄阶			Є _{2x}		12—143	下部为暗紫色粉砂质云母页岩，夹灰岩或粉砂岩透镜体，上部为粉砂岩及细砂岩（具交错层）。	小南峪。
			馒头阶			Є _{1my}		23—290	下部为一套暗紫色粉砂质云母页岩夹少量灰岩，上部为暗紫色页岩与黄绿色页岩互层。	
太古界						Art		57—170	中下部以灰岩、白云岩为主，间以紫红色页岩，上部以紫红色页岩为主，间以灰岩。	水山峨嵋等。
									花岗岩麻岩。	姜家峪等。

图1 地层岩性与矿化关系柱状图

石灰岩。厚度八百米左右，含矿性良好。上寒武统凤山组（Є_{3f}）主要为灰黑色厚层条带状灰岩、泥质条带灰岩、竹叶状灰岩、豹皮灰岩、厚约二十五~二百米左右。含矿性很好。其它如长山组（Є_{3c}）、崮山组（Є_{2g}）含矿性差。中寒武统张夏组（Є_{2z}）下部发育厚层鲕

状灰岩，中部为纯灰岩夹黄绿页岩，上部为厚层豹皮灰岩。厚三十六~三百九十米。下部含矿性较佳。徐庄组（ ϵ_{2X} ）含矿性欠佳。上述含矿层位在鲁中地区大致呈东西向展布。

（二）控矿构造

鲁中地区黑旺式铁矿床严格受断裂控制。尤其是断裂交叉处，利于地下水的循环，为铁质的析出、搬运、沉淀创造了条件。当水源丰富，断层与地层走向呈小角度相交时，矿体规模最大。有些矿体呈似层状赋存于断裂两侧；有些矿体呈透镜状或脉状直接赋存在断裂带中；离断裂带稍远，矿体则变薄或尖灭。矿床一般呈线形分布，长度大，水平宽度小。控矿断裂往往是高角度断层，倾角一般大于 70° （图2、3）。

（三）后期蚀变

该类铁矿床的围岩蚀变很微弱，只有轻微的碳酸盐化、重晶石化、绿泥石化、黄铁矿化、镜铁矿化及硅化。这些蚀变现象，从野外观察似为后期冷水淋滤作用所致。如重晶石化，呈团块状、脉状分布在矿体的上部，而在矿体中、下部不见或少见重晶石产出。矿区内仅见规模较小的中基性岩脉，较大的岩体离矿区均有一定的距离。

黑旺式铁矿床的矿石类型、矿石组构 及主要矿石矿物特征

（一）矿石类型

通过野外和室内的光薄片鉴定、差热分析、X光衍射分析、化学分析等工作，我们根据各类矿石矿物共生组合，认为本区存在有水针铁矿型；水针铁矿——赤铁矿型；镜铁矿——水针铁矿型；水针铁矿——菱铁矿型；铁白云石——菱铁矿型；菱铁矿型等六种矿石类型，23种矿物。大部分属自熔性矿石，矿石品位高，杂质少，是一种优质富矿石。

（二）矿石的化学成分特征（表1）

从化学组成看，水针铁矿、针铁矿及菱铁矿内均含有氧化钙、氧化镁、二氧化硅等混入物，这表明白云质灰岩、硅质灰岩与铁矿石形成的依存关系。当白云质灰岩存在时则有利于菱铁矿形成。

（三）矿物成分及其特点

对该区褐（菱）铁矿中采集的部分标本，进行了光薄片鉴定、染色法、差热分析、X光衍射分析，发现矿床的物质组分主要为水针铁矿、针铁矿，次要矿物为赤铁矿、水赤铁矿、菱铁矿、软锰矿、硬锰矿、镜铁矿、纤铁矿、铁白云石、白云石、方解石、铁方解石、还有重晶石、黄铁矿、石英、水云母、绿泥石、绿高岭石、方铅矿、闪锌矿、有机质等。

鲁中地区（水）针铁矿化学分析

表 1

原样号	TFe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	FeCO ₃ 中的Fe	MnO	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CO ₂
Zh 3	52.14	0.06	74.49	5.20	0.46	0.02	5.27	0.06	0.08	0.07	一般在	一般在	一般在	一般在	
" 22	45.55	0.05	65.07	4.89	0.16	0.02	9.93	0.78	0.04	0.06	0.1 ±	0.5 ~	0.1 ±	7 ~ 9 ±	
" 24	52.02	0.06	74.32	10.84	0.72	0.03	0.68	0.60	0.22	0.05		1.5 ±			
" 18	56.24	0.12	86.43	1.36	0.52		1.39	0.32			0.12				
" 49	55.26	0.10	79.01	5.32	0.39		1.20	0.12			0.08				
Zb 4	32.61	0.08	46.51	20.12	0.70	痕	11.55	0.71	0.18	0.16	0.12	1.55	0.137	7.15	9.16
" 3	40.57	0.12	57.88	4.59	0.62		13.52	0.62			0.14				
" 6	40.57	0.10	57.89	13.34	0.56		8.63	0.62			0.12				

鲁中地区（水）针铁矿—赤铁矿化学分析

Zh 12	53.39	0.06	76.28	7.16	0.41	0.03	3.04	0.50	0.08	0.07					
" 13	26.51	0.04	37.87	2.60	0.41	痕	24.73	3.42	0.12	0.07					
" 5	52.12	0.08	74.52	10.30	0.64		1.23	0.24			0.12				
" 14	54.06	0.08	77.29	3.32	0.60		3.61	0.30			0.12				
Zg 2	54.64	0.09	78.01	5.28	0.44	0.01	1.53	0.43	0.09	0.07	0.10	2.68	0.018	9.18	1.18

鲁中地区菱铁矿化学分析

Ze 8	40.99	51.45	1.44	2.33	0.39	0.01	1.28	3.50	0.12	0.03	22.20	1.44	0.03	0.06	37.33
XZ 13	24.98	31.79	0.40	4.35	0.30	0.01	14.04	7.00	0.22	0.05	15.70	1.35	0.01	0.14	39.55
" 14	28.94	36.67	0.60	9.47	0.88	0.06	8.85	1.53	0.56	0.05	20.50	1.62	0.02	0.12	36.34
" 18	35.47	45.03	0.68	6.35	0.88	0.01	3.99	3.21	0.56	0.09	25.00	2.55	0.02	0.06	36.83
" 19	31.96	40.62	0.56	9.31	1.95	0.12	5.26	3.50	1.32	0.05	20.73	2.69	0.05	0.22	35.10

注：Zh 为黑旺 Ze 为乐陵 Xz 为寨子 Zg 为郭东山 Zb 为郭八峪 分析者：山东冶金地质勘探公司 分析室

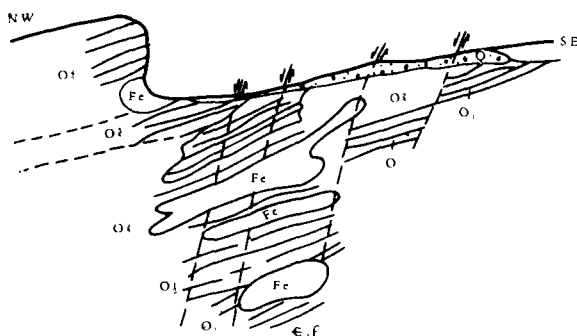


图2 黑旺矿区III剖面示意图

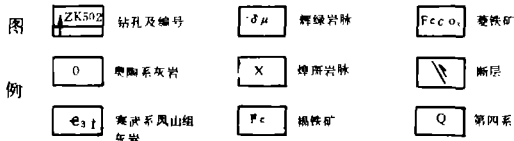
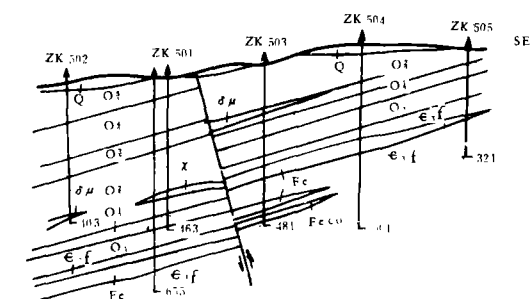


图3 店子矿区10线地质剖面示意图

现择其主要者分述如下:

1. 水针铁矿 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$):

为本区主要矿物, 多见于矿床(点)的地表部分。其矿物集合体为黑褐色、深黄褐色。镜下呈浅灰色, 其反射率约在15~20%, 内反射色为黄褐色, 均质性, 硬度中等。水针铁矿主要是由铁的碳酸盐, 如菱铁矿、铁白云石、铁方解石等经氧化分解、水化形成; 其中有时还可见到原生铁碳酸盐矿物的残留颗粒。

2. 针铁矿: 外观同上。镜下在光

面上反射色呈灰白色或灰微带蓝色, 反射率低于赤铁矿, 高于水针铁矿, 约在16~21%。内反射呈棕蓝色或褐色。非均质性清楚。摩氏硬度4.5~5.5°。胶状结构、放射状结构及纤维状结构(照片一), 纤维长度有的可达10厘米以上。针铁矿在薄片呈褐红色。平行消光, 干涉色很高, 但常被本身褐红色掩盖。

从水针铁矿及针铁矿的差热分析(山东冶金地质勘探公司岩矿室芦心翘同志作)结果看出, 它们主要由水针

铁矿组成, 并混有方解石、石英, 同时亦有水赤铁矿的存在(图4)。

针铁矿中亦混有方解石及水针铁矿。纯的长纤维状针铁矿, 在X光衍射分析曲线上, 表现为4.602(9)、4.171(10)、2.691(9)、2.188(7), 这与标准针铁矿X光衍射分析数据相符。经研究, 本区部分长纤维状针铁矿是一种新型彩石原料。

3. 赤铁矿: 与针铁矿、水针铁矿关系密切, 个别矿区还可见到矿层由地表到深部为赤铁矿——菱铁矿的渐变过渡关系。

4. 镜铁矿: 与水针铁矿关系密切, 但分布不广泛, 仅在个别矿区的局部地段较为集中。外观为钢灰色、叶片状、染手, 条痕为棕红色, 常与水针铁矿伴生构成条带状构造, 个别呈团块状。在反射光下反射色为灰白色, 反射率用比较法估计在15~20%, 非均质性明显, 内反射色为红色, 硬度中高。有时还伴有石英、重晶石。

5. 菱铁矿: 本区所见主要为呈不规则网脉状分布的米黄色粗粒或巨晶菱铁矿及青灰色细粒菱铁矿两种自然类型。

(1) 米黄色菱铁矿: 分布在鲁中文登、店子、寨子及乐疃一带。手标本为深浅程度不

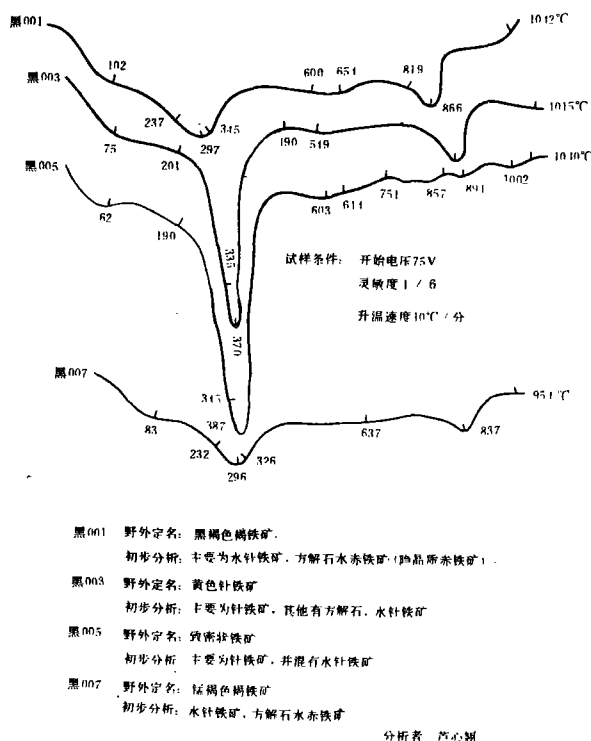
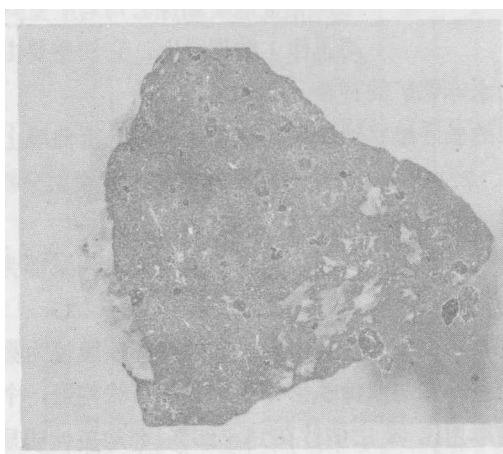


图4 水针铁矿的差热分析曲线图

一的米黄褐色, 结晶粗大, 粒径可达0.3—0.5厘米, 个别粗晶长可达1厘米左右(照片二)。镜下观察, 无色透明, 微带棕色斑点, 呈半自形—他形晶粒状或花岗变晶结构, 菱形解理较发育, 但有弯曲现象, 太部分呈波状消光, 可能是胶体陈化作用所致。一轴晶负光性。突起高, 闪突起不明显, 表面常见棕色斑点, 其量多时便过渡为褐铁矿。伴生矿物有石英、白云石、方解石, 有时还有闪锌矿。X光衍射分析曲线见照片四、其特征衍射峰与菱铁矿一致。差热分析曲线(图5)的吸热及放热反应与菱铁矿一致。化学分析见(表2)。

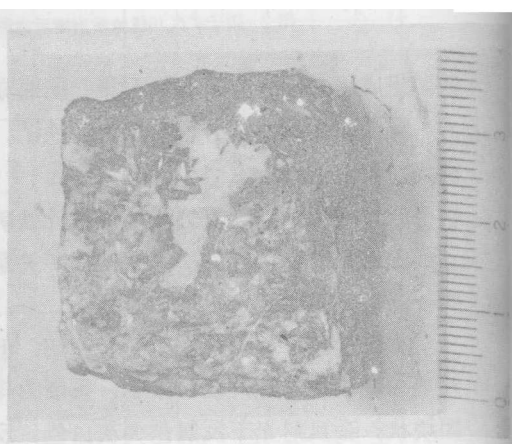
(2) 青灰色菱铁矿: 分布在文登、店子、乐疃、寨子、南邢等地。手标本为灰—青色, 细粒状, 有时具层状构造。常被米黄色菱铁矿穿插。镜下特征呈异色, 有时表面混浊, 见

少量有机炭及氧化铁锈斑。粒度一般在0.2—0.4毫米。不显波状消光, 解理发育, 呈半自形—他形晶, 与铁白云石伴生。细粒菱铁矿亦有与铁白云石一起构成鲕状结构, 常有白云石、



照片一 针状、纤维状针铁矿外壳呈肾状, 并有亮晶方解石复盖。

北栾宫—1



照片二 块状粗晶米黄色菱铁矿(白色部分为团块状方解石)

18乐疃

鲁中地区菱铁矿的化学成分

表 2

分析元素 项目	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	P ₂ O ₅	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	CO ₂	FeCO ₃	TFE
米黄色菱铁矿 (XZ-11)细粒	0.88	0.18	0.01	5.68	3.00	0.97	48.00	0.020	2.19	0.04	0.12		37.68		37.99
米黄色菱铁矿 (XZ-18)粗粒	1.15	0.05	0.01	4.62	3.40	1.30	48.07	<0.00	2.61	0.09	0.09		39.14		38.28
米黄色菱铁矿 (X1-18)粗粒	2.33	0.39	0.01	1.28	3.50	1.44	51.45	0.03	1.14	0.12	0.03	0.06	37.33	22.20	40.99
米黄色菱铁矿 (店-1)细粒	3.10	0.44	0.02	20.20	2.71	0.89	32.85	0.004	1.29	0.44	0.12		36.46		26.16
灰色菱铁矿 (7X-13)细粒	1.35	0.30	0.02	18.50	5.22	0.97	27.75	0.012	1.21	0.21	0.09		38.90		22.25
灰色菱铁矿 (7X-18)细粒	6.05	0.55	0.015	5.28	3.82	0.89	44.00	0.001	2.47	0.51	0.05		36.71		34.82

※菱铁矿提纯纯度差

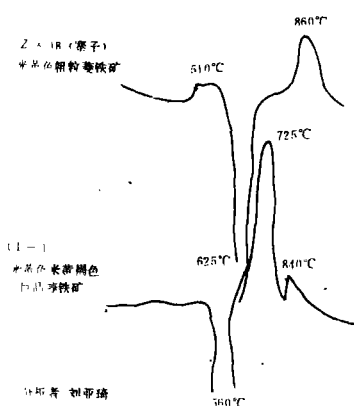


图5 菱铁矿的差热分析曲线图

石英、重晶石、黄铁矿、闪锌矿、绿泥石等与之伴生。细粒菱铁矿的化学结果见表2。由于该菱铁矿混有较多量的杂质,提纯单矿物较为困难。因此,其含铁量也相对较米黄色菱铁矿低。

该区黑旺式富铁矿矿床的物质组成从氧化带到原生带是有一定差异的(表3)。这种差异的产生主要是由于原生菱铁矿、含铁碳酸盐、铁的硫化物经氧化水解之故。

(四) 矿石结构、构造特征

根据肉眼及光、薄片观察,初步可将本区矿石构造类型按其成因不同划分为四种类型。

1.原生沉积构造:具有代表性的为微层状构造,有微弱的条纹显示,组成矿物为菱铁矿和铁白云石、白云石。

在文登、店子深部钻孔的青灰色菱铁矿中常见,也见于邢坑内,以及地表赤铁矿向下延深的部位。2.与后期“热液”叠加作用有关的构造:可分团块构造,鸡爪状构造,假角砾及角砾状构造。米黄色菱铁矿有时呈团块状产出在青灰色菱铁矿中而呈团块状构造,米黄色菱铁矿杂乱无章地分布在青灰色菱铁矿和菱铁白云岩中,假角砾状构造是青灰色菱铁矿以及辉绿岩脉被米黄色菱铁矿脉沿破碎带充填而形成,原生矿石或岩石“角砾”并未发生空间上的位移,在鲁中寨子矿区钻孔岩心中可见。3.与胶体作用有关的构造:与胶体作用有关的构造有肾状、葡萄状、同心园状或同心环状和贝壳状等。肾状、葡萄状及壳状构造均呈半园球和园球状,多见于褐铁矿风化淋滤的洞隙中,由于受洞隙的空间限制,这种肾状或葡萄状的胶体沉淀物只能沿洞隙中的小孔生长,在胶体凝聚的过程中逐渐扩大,以致最后占据洞隙的空间而成。同心环状构造在黑旺矿区内普遍发育。4.与风化淋

结构构造及化学成分对比表

表 3

项 目 矿类 石型	矿 石 成 分			结构类型	构造类型	化 学 成 分 (%)
	主要矿物	次要矿物	微量矿物			
氧 化 矿	针铁矿 水针铁矿 赤铁矿 水赤铁矿	软锰矿 硬锰矿 镜铁矿 纤铁矿	方铅矿 闪锌矿 黄铁矿 黄铜矿	胶状结构 网格状结构 针状结构 假象结构 花岗变晶结构 片状、鳞片状 结构	肾状构造 葡萄状构造 蜂窝状构造 焦渣状构造 同心园状 致密块状 土状构造 粉末状构造	FeO (0.06~0.10) K ₂ O (0.04~1.70) MgO (0.19~0.81) SiO ₂ (3.12~16.44) P ₂ O ₅ (0.032~0.137) H ₂ O (7.68~11.40) Fe ₂ O ₃ (51.59~81.28) CaO (0.67~19.40) Na ₂ O (0.01~0.09) S (0.05) MnO (0.032~1.78) CO ₂ (0.58~15.37) Al ₂ O ₃ (0.20~3.17)
	重晶石 方解石 白云石	石英				
原 生 矿	菱铁矿		黄铁矿 黄铜矿 方铅矿 闪锌矿	细—巨晶结构 花岗变晶结构 隐晶—微晶结构 变鲕状结构	角砾状构造 假角砾状构造 微层状构造 块状构造 缝合线构造 鸡爪状构造	TFe (26.18~35.17) FeO (32.54~41.36) TiO ₂ (0.014~0.176) Fe ₂ O ₃ (1.13~1.27) K ₂ O (0.25~1.74) P ₂ O ₅ (0.018~0.078) CO ₂ (30.46~37.40) SiO ₂ (1.10~16.00) CaO (7.88~8.00) Na ₂ O (0.01~0.05) H ₂ O (0.30~0.60) MgO (3.70~3.92) MnO (1.15~1.87) Al ₂ O ₃ (0.18~2.12)
	铁白云石	白云石 方解石 石英	有机质			

滤、流失、水化等表生破坏作用有关的构造：主要有蜂窝状构造、焦渣状构造、土状及粉末状等构造。蜂窝状构造多为遭受强烈氧化后的水针铁矿，有的形成炉渣状或焦渣状。这些构造在本区黑旺、芦芽店、以及文登、店子的深部最为发育。

矿石的结构类型有八种：

1.花岗变晶结构：是米黄色菱铁矿、青灰色菱铁矿的特征结构之一，它们常呈半自形—他形（不等）粒状，颗粒间镶嵌甚为紧密。2.网格状结构：沿着原来碳酸盐颗粒边缘菱形解理分布着褐铁矿组成的骨架状网格，网格空隙中常充填着方解石或土状褐铁矿。3.粗—巨晶结构：米黄色菱铁矿常呈0.5—3毫米粒径的粗晶结构，也有大到5毫米以上的，这是本区米黄色粗粒菱铁矿标型特征之一。4.细晶结构：为本区青灰色菱铁矿白云岩的典型结构之一。5.叶片及鳞片状结构：镜铁矿常呈叶片或鳞片状分布。6.胶状结构：本区褐铁矿常呈环状胶粒，其外层具水针铁矿壳膜，内部变为针铁矿。7.变鲕状结构：在本区东矿区可见变鲕状结构的含铁白云石、菱铁矿。鲕粒由0.02—0.1毫米大小的铁白云石及白云石组成。有些鲕粒直接被他形菱铁矿包围。8.针状及放射状结构：本区部分针铁矿呈此种结构。如将具葡萄状、

肾状构造的矿石从中心部位剖开则便见到放射状结构。

矿床成因类型

对鲁中黑旺式铁矿的成因问题,根据矿床(点)产出的地质特征,矿石物质组成及结构、构造特征等提出如下看法。

(一) 沉积作用 依据如下:

- 1.褐(菱)铁矿常呈似层状分布于碳酸盐类岩石向泥质页岩、竹叶状灰岩过渡的相变地段,矿体与围岩的界线清晰。如寨子、芦芽店、乐疃等地区。
- 2.青灰色菱铁矿或白云石菱铁矿常具有清晰的微层理、缝合线、变鲕状等结构、构造。
- 3.青灰色菱铁矿、铁白云石菱铁矿中含有有机质。
- 4.不管矿体出现的形态如何,但它主要赋存在 O_2^2 、 O_2^1 、 ϵ_{3f} 、 ϵ_{3z} 地层中。
- 5.在文登、店子、寨子、口头的深部钻孔中已经见到了具有一定厚度的沉积菱铁矿层,与其褐铁矿呈渐变过渡关系。

(二) 热液作用

本区原生菱铁矿是否与热液活动有关,我们认为米黄色菱铁矿沿青灰色层状菱铁矿裂隙贯入或穿插辉绿岩,以及褐(菱)铁矿斜交层理沿构造破裂带存在的大量事实,表明“热液”活动在本区的存在应当是无可非议的。“热液”是来自岩浆的上升“热液”或是地下水受地热而成的下降“热液”。有以下几点事实。

1.本区石炭二迭系地层中的断裂构造及有利围岩中至今未见有此类铁矿点的产出,而寒武—奥陶系地层下部的老片麻岩裂隙中确见有菱铁矿零星小脉的存在,这是否可以表明上升岩浆热液说还是难以解释的。

2.从本区菱铁矿矿石中氧稳定同位素的测定结果来看,其与围岩中氧同位素组成的变化区间差异性较大。这可能说明矿体与围岩的氧不是同一个来源,矿体是经“热液”交代而成,因此,其 δO^{18} 较绝对值高。虽则目前还不好确定“热液”是地下热水或是岩浆残余热水,但根据围岩蚀变的微弱程度,是否可以作为地下热水来源的佐证。

3.从微量元素Ba、Sr含量来分析,Ba/Sr较大(1.6—33), TiO_2 含量低, K_2O 、 Na_2O 、 SiO_2 含量低,表明原始物质来源于沉积碳酸盐岩(在岩浆岩中其Ba/Sr一般均 >1),而不是岩浆期后热液。

(三) 风化作用

本区某些矿区还存在有岩溶堆积型褐铁矿,这在黑旺矿区露天坑中看的很清楚,其上部直接复以第四纪砂砾岩,矿体本身与围岩间有如下特征:

- 1.褐铁矿与石灰岩的接触界面清楚,未见围岩蚀变现象。
- 2.褐铁矿体中有灰岩石笋存在。
- 3.矿体与灰岩的接触面上有粘土及碎屑状砂砾。

4. 岩溶周边凹凸不平。

5. 岩溶表现为上大下小的似漏斗状外形。

6. 褐铁矿中未见菱铁矿残留体。

7. 矿石的结构、构造特点明显地表现为胶体溶液沉淀的特征。

8. 矿体的分布与地下潜水面的分布有关, 矿体均分布在一定的水平面上。

从上分析, 如果本区所有的褐铁矿体均理解为简单的岩溶堆积矿床, 那么应该在离断裂带较远处, 应同样可以找到大型褐铁矿体, 但事实是不存在的。

根据以上三点可以认为本区黑旺式褐(菱)铁矿床, 前后形成于多次的成矿期, 是一个复合成因的铁矿床。但其中最早的原生沉积青灰色菱铁矿, 鲕状铁白云石菱铁矿, 及其他铁碳酸盐岩是起主导作用的。

至于这些原始沉积的铁矿来源, 可能是多方面的, 本区南部大面积出露的老变质岩系中的沉积变质铁矿, 经过风化剥蚀和地表水及地下水的作用。可以释放出大量铁质, 这些铁质无疑是本矿床的物质来源的一个重要方面。

当沉积的铁碳酸盐岩形成之后, 在后期的地质营力作用下, 它们又释放出铁质向其本身的细小裂隙及附近大的断裂带作短距离的迁移、充填, 在合适的PH—Eh条件下沉淀结晶出即米黄色粗——巨晶菱铁矿。

根据实践表明, 菱铁矿可溶解于含游离 CO_2 的地下水中, 形成 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液。当其沿断裂构造远移, 在增温或减压条件下分解出 CO_2 , 并可沉淀结晶出米黄色菱铁矿。这种围岩、地下水及温度、压力、裂隙等条件在本区是完全具备的。

从现知表生作用实验结果表明, 针铁矿、褐铁矿是在Eh— O_2 强氧化的低温—冷水溶液中, 在 PCO_2 分压低时形成, 菱铁矿是在强还原的、 PCO_2 较高的、Eh为0.6—0.2的热液条件下形成的。这说明针铁矿、褐铁矿是在表生风化淋滤条件下形成; 菱铁矿则是热液作用或原生沉积条件下形成。这两个矿物共生组合指示了两个不同的成矿阶段。

这种充填有铁碳酸盐的断裂带, 易遭水流侵蚀、氧化水解。因此, 又受到进一步的次生风化淋滤作用而改造。每一次地质作用的进行均改造了前一次作用形成的矿石的矿物组合及结构、构造。增加了它的含铁量。

应该注意的是具体到不同的矿床(点), 有可能是一次成因, 亦可能是二种成因的迭加。综上所述, 根据矿床(点)产出特征, 矿物物质成分、矿石结构、构造的研究, 表明本区褐(菱)铁矿大多是沉积的铁碳酸盐岩类, 在各种地质营力的多次作用下形成的。在其地质特征方面与国内外类似矿床有不少相同处(表4)。

找矿方向

(一) 几点认识:

1. 从鲁中地区已知褐铁矿床(点)看, 其原生矿多数为菱铁矿。因此褐铁矿铁帽可以作为寻找菱铁矿床的直接找矿标志。

2. 要注意分布范围广, 厚度大的奥陶—寒武系地层分布区, 因为目前发现的褐(菱)铁

鲁中褐（菱）铁矿床与国内外类似矿床地质特征对比表

表 4

对比内容	地 区	山东鲁中黑旺—文登	湖 北 黄 梅	苏 联 巴 卡 尔
大地构造位置		隆起区相对凹陷部位	古陆边缘之相对凹陷部位	乌菲姆高原与乌拉尔边缘凹陷部位
矿床产出层位		奥陶统 O_2 、 O_3 及寒武统 $\epsilon_1, f, \epsilon_2$ 中	中石炭黄梅统、下二迭统栖霞组	元古代布尔姜群、巴卡尔组上亚组
所处成矿部位		大裂隙附近部位，特别是两组构造交汇处	倒转背斜之两翼	背斜轴部、向斜核部、以及褶皱两翼部可以成矿。
矿床产出岩性		纯灰岩及白云质灰岩中	白云质灰岩中	局部白云岩化的绢云母和层状灰岩中
矿床产出的围岩岩性		页岩、竹叶状灰岩、白云质灰岩的下部	生物碎屑灰岩及含燧石结核灰岩的下部	石英绢云母泥质片岩类岩石
矿床形态及与地层关系		似层状、透镜状、与地层产状基本一致，脉状矿体与地层相交。	似层状、透镜状与地层产状基本一致，局部与地层低角度斜交。	似层状、透镜状、脉状、囊状
附近伴生的其他矿床		铅锌矿、黄铁矿	铅锌矿、黄铁矿	
矿石类型		原生沉积的青灰色菱铁矿、以及后生改造的米黄色菱铁矿、混合型及氧化矿、氧化矿为主	同左，但以菱铁矿为主	菱铁矿矿石、半氧化菱铁矿石、氧化矿石（褐铁矿）
矿石结构、构造		氧化矿似块状、致密块状、疏散状、焦渣状、原生菱铁矿为块状、细密块状、角砾状、青灰色菱铁矿具镶嵌结构。	菱铁矿石为块状和细密块状构造、青灰色菱铁矿呈微粒、细粒、镶嵌结构。米黄色者为粗粒镶嵌结构，还有细脉、晶脉、晶洞构造	原生构造为块状、层状、次生构造具细脉状、条带状、粉晶状、角砾状等。
二种菱铁矿关系		米黄色菱铁矿呈细脉穿插青灰色菱铁矿	同 左	主要为灰色、淡黄色、晶粒状结构岩石，一般细—中粒，颗粒形状不规则，接近等粒
菱铁矿的次生变化		在地表氧化成褐铁矿，形成较大规模的矿体（工业矿体）	同左，但目前发现菱铁矿规模大于褐铁矿体	地表部分氧化成褐铁矿
岩浆活动		矿区外围有燕山期闪长岩体，矿区内有煌斑岩脉、辉绿岩脉及闪长岩脉	矿区外围有燕山中晚期火山岩，矿区仅见少量岩脉	矿区内见辉绿岩脉，矿区外围15KM处有花岗岩
围岩蚀变		微弱、仅有硅化、重晶石化、磷酸盐化	微弱、仅有矽化、铁碳酸盐化、重晶石化	碳酸盐化、硫化物的浸染
矿床成因类型		沉积—改造—次生淋滤	沉积—改造型	1. 沉积说 2. 热液说
矿床规模		中—大	中—大	大

矿床(点)均与这套地层有关。

3.区域性大断裂,特别是两组断裂交会处和次一级平行断裂密集处,以及地下水发育地段,是寻找较大规模该类矿床的重要部位。

4.要对区域岩相古地理进行对比研究,加强有利层位的分析,进一步确定含矿层位。

5.目前多数学者认为层控矿床的原始矿床与蒸发岩成矿作用有关。有关这方面的研究,此次未进行。建议今后要加强这方面的工作,以期指导外围找矿,打开矿区远景。

(二) 找矿方向

根据以上认识提出以下四个成矿有利地段。

1.黑旺—辛店北一带:这一带目前已发现有中型褐(菱)铁矿床三处,同时还有不少小型矿床及矿化点的分布,是一个较有发展远景的矿带。

2.博山乐疃一大小峪口一带:此带已发现不少矿点及矿化点,乐疃矿床亦具有一定规模,其地表褐铁矿往深部渐变为菱铁矿及铁白云石层。因此,向深部及外围追索是为必要。

3.北栾宫—黄露泉一带:这里已有北栾宫、珍峪等矿点,区内寒武—奥陶系地层发育完好,又有控矿的有利构造—文祖断裂。

4.彦庄—陈子坡一带:此带既有矿点,又有有利的地层及控矿构造,值得进一步工作。

结 论

(一)通过工作,我们认为黑旺式铁矿是一种具有特殊成因意义的富铁矿矿床。这种矿床是多期成矿作用叠加的复合成因矿床。其产出受层位、岩相、构造断裂和水文地质条件的控制,其形成是长期地质历史继承发展的结果。

(二)通过矿床矿石类型及物质成分的研究表明,矿石类型有六种,矿石矿物有23种。黑旺式富铁矿矿石质量好,是自熔性矿石,有害杂质少。因此,今后加强本区及其邻区对这类矿床的找矿研究工作是很有实际意义的。

(三)在我国华北地区广泛分布有寒武系和奥陶系地层,在有利的成矿条件下,加强黑旺式富铁矿的找矿工作也很有意义。

(四)根据我们的研究,发现黑旺式铁矿床中有部分针铁矿不仅结晶良好,纤维长,而且质地坚密,较少裂纹,颜色均一、结构形态多样,实为国内外所少见,是一种具有矿物学意义的代表性标本,可供地质教学、展览用,还可选作国外交换礼品之用,而且又是一种新型彩石原料,希望引起地质、冶金、教育部门、博物馆及宝石工艺部门的注意。

参加本次工作的还有谢仲垣、孙旗军、孙玉馥、秦明芳同志

主要参考文献

(1) 赵一鸣等,我国某上升型浅成低温热液铁矿床的地质特征及生成条件。地质知识 1956年

(2) О. Сергеев, 论巴卡尔菱铁矿矿石的沉积成因说。国外地质科技情报 1962年

THE GENETIC TYPE, GEOLOGICAL FEATURES AND PROSPECTING GUIDANCE FOR HEIWANG- TYPE IRON ORE DEPOSIT IN THE MIDDLE PART OF SHANDONG PROVINCE

Sun Weijun

(Tianjin Geological Academy,
M. M. I.)

Zhang Mingli

(Shandong Geological Exploration
Corp. M. M. I.)

Abstract

The ore deposit geology, regional geology, ore types and mineral compositions of Heiwang-type iron ore deposit are studied in this paper. Heiwang-type iron deposit had polyphasic mineralization and is of a special compound origin. The occurrence controlled by stratigraphic horizons, petrographic facies, structure, geomorphic features and geohydrologic conditions, was the result of successive geological events. Consequently, this kind of deposit should be named "Heiwang-type", and more research work on ore-forming process is needed to be kept on.

The 23 minerals in the deposit are self-fluxing and less in impurities. Four favourable metallogenetic areas have also been proposed in the paper.