

湖北省大冶铁矿区矿石磁性特征分析

朱永刚¹, 于长春²

(1. 中南地质勘查院, 湖北 武汉 430081; 2. 中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 从磁铁矿矿石的磁性差异入手, 对铁(铜)矿床中各矿体的矿石磁性特征进行了系统的研究, 得出大冶铁矿(铜)矿床是一个磁性特征变化较大的矿区, 影响磁铁矿矿石磁性特征的主要因素为矿石的矿物组成、化学成分以及矿石的结构和构造。

关键词: 大冶铁矿(铜)矿床; 磁铁矿矿石; 剩余磁化强度; 磁化率; 感应磁化强度

中图分类号: P574.1⁺9

文献标识码: A

文章编号: 1671-1211(2007)S1-0089-05

0 引言

湖北省大冶铁矿(铜)矿床位于鄂东南黄石市西北25 km处, 是一个典型的矽卡岩型矿床^[1]。在对铁(铜)矿床中磁铁矿矿石标本进行磁化率测量的过程中, 发现磁铁矿矿石的磁化率变化很大。并且发现, 有些磁铁矿矿石在mFe品位相当时矿石的磁化率却存在很大的差异。同时, 模拟计算结果表明, 赋存在800 m深度以下、 500×10^4 t左右的铁(铜)矿床在地表上引起的磁异常仅数十nT, 而大冶矿区局部磁异常一般为数千nT。因此, 要找深部矿体, 排除浅部矿体引起的强磁异常, 获得更加有效和精细的磁异常解释结果, 研

究铁矿区矿石的磁性特征就有着非常重要的意义。

1 矿床地质概况

大冶铁矿(铜)矿床位于铁山岩体南缘中段的接触带上, 与下三叠统大冶群的大理岩相接触。铁山岩体中暗色矿物成分磁性较强。

大冶铁矿(铜)矿床由六大矿体组成, 自北西向东南为铁门坎、龙洞、尖林山、象鼻山、狮子山和尖山矿体(如图1), 总长约4 300 m。除尖林山矿体为盲矿体外, 其余各矿体均出露地表。它们之间除铁门坎矿体与龙洞矿体因断层错开不连接外, 其余矿体都是互相连接的。

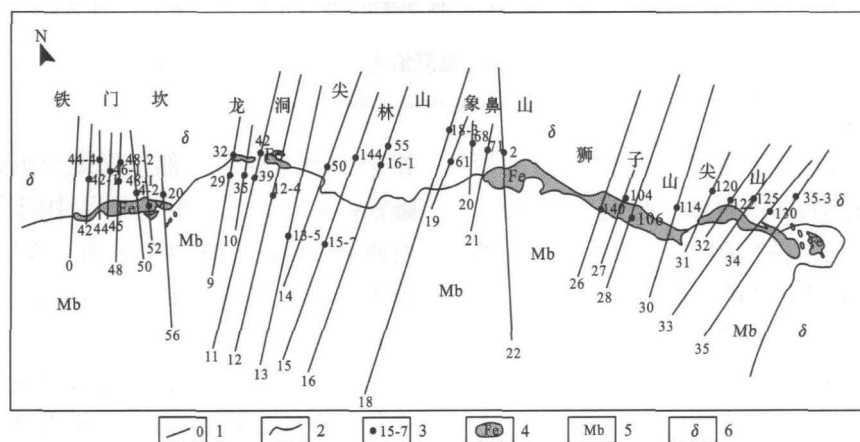


图1 大冶铁矿区矿体分布图

Fig. 1 The orebodies in Daye iron deposit

1. 勘探线及勘探线号; 2. 地层分界限; 3. 钻孔及钻孔号; 4. 矿体; 5. 大理岩; 6. 闪长岩。

收稿日期: 2006-10-06

作者简介: 朱永刚(1983-), 男, 工程师, 从事固体矿产勘查、磁法勘探等方面的工作。E-mail: zhuygang1983@163.com

① 湖北省黄石市大冶铁矿接替资源勘查项目(国地资发[2004]204号)

矿体总体呈似层状、透镜状及囊状。矿体赋存于正接触带中,产状基本与矿体接触面吻合,走向大致为 NWW;除龙洞矿体外,矿体上部一般倾向 NE,深部转向 SW,转折范围大致在 72 m ~ -200 m 标高之间。浅部矿体业已开采,尖山地段露采已开采至 -160 m,尖林山地段 -200 m 以上的矿体基本采完。寻找新的接替资源,延长矿山寿命,是一项意义重大而又紧迫的任务。

2 磁铁矿矿石的磁性特征^[2,3]

在大冶铁矿区,除表面为氧化矿外,铁(铜)矿床是一个以富磁铁矿为主的矿床。矿床中勘探线和钻孔号均较多。本文选择多个位于主要勘探线上具有代表性,且通过矿体主要部分的钻孔(如图 1),测量钻孔中的大量磁铁矿矿石标本的剩余磁化强度和感应磁化强度,计算其均值。由于缺少剩余磁化强度方向资料,无法采用矢量合成方法计算总磁化强度,但是通过分

析矿区地磁及航磁异常特征,本区磁异常基本无反磁化现象,因此为了解本区磁化强度特征变化特征,将感应磁化强度与剩余磁化强度进行了标量相加得到总磁化强度(简称磁化强度),如图 2。由磁化强度直方图(图 2)分析,可认为大冶铁铁矿(铜)矿床是一个磁性特征变化较大的矿区。

2.1 沿走向方向上的变化

大冶铁铁矿(铜)矿床磁铁矿矿石的磁化强度在沿走向方向上的变化不是很稳定的(如图 2)。在铁门坎矿段,磁铁矿矿石的磁化强度变化呈中间高两边低的趋势,即由西部 0 线的 $107\ 800 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 逐渐上升至 48 线的 $156\ 370 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 而后又快速下降至东部 56 线的 $77\ 020 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 。虽然局部有 44 线的稍微下降和 52 线的稍微上升,但是变化幅度比较小,因而磁铁矿矿石磁化强度变化的总体趋势还是中间高两边低。

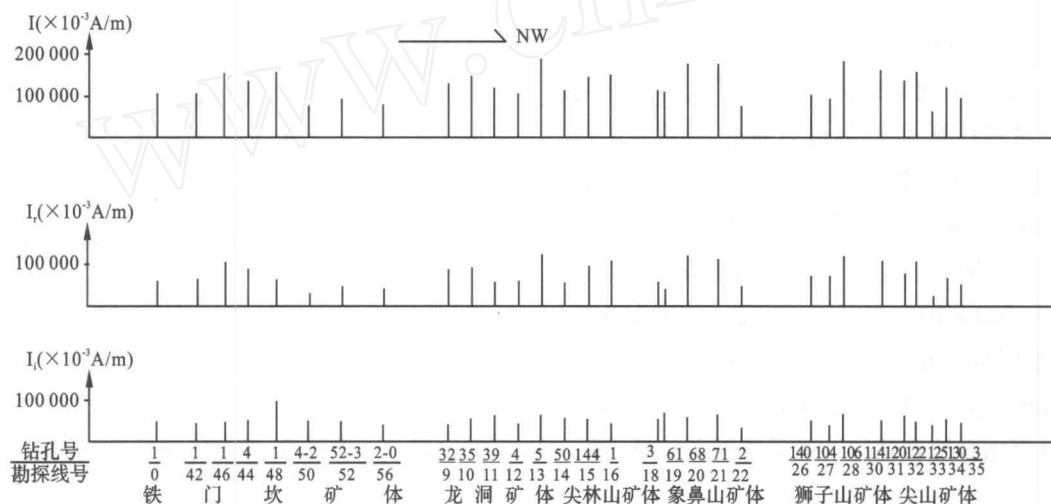


图 2 大冶铁铁矿原生富矿石磁化强度沿走向方向上的变化示意图^[1]

Fig. 2 The magnetic intensity along strike of the primary rich ore in Daye

在龙洞—尖林山矿段,磁铁矿矿石的磁化强度变化呈中间低两边高的趋势,即由西部 9 线的 $126\ 900 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 逐渐下降至 12 线的 $104\ 600 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 而后又逐渐上升至东部 16 线的 $149\ 360 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 。虽然有 13 线的个别增强(达 $185\ 828 \times 10^{-3} \text{ A/m}$),但从整体上看,该矿段磁化强度的大小总体趋势还是不变,为中间低两边高。

在象鼻山矿段,磁铁矿矿石的磁化强度变化呈中间高两边低的趋势,即由西部 18 线的 $112\ 600 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 快速上升至 20 线的 $177\ 980 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 而后又快速下降至东部 22 线的 $76\ 850 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 。该矿段磁化强度变化幅度较大,但总体趋势还是中间高两边低。

在狮子山—尖山矿段,磁铁矿矿石的磁化强度变化比较混乱,呈突变特征,以 28 线磁化强度突然上升

和 33 线磁化强度突然下降最为明显。但从整体上看,磁铁矿矿石磁化强度还是呈中间高两边低的趋势,即由西部 26 线的 $102\ 410 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 快速上升至 28 线的 $182\ 800 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 而后又逐渐下降至 35 线的 $95\ 080 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 。

从图 2 还可以看出,磁铁矿矿石剩余磁化强度的变化与磁铁矿矿石感应磁化强度的变化趋势基本吻合。感应磁化强度的变化除龙洞象鼻山与磁化强度变化趋势不吻合,呈中间高两边低,其它矿段感应磁化强度的变化与磁铁矿矿石磁化强度的变化趋势也基本吻合。但是,感应磁化强度的变化幅度不大,大多在 $50\ 000 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 左右,而剩余磁化强度变化大,且剩余磁化强度大于感应磁化强度,有的甚至要大三倍以上。因此,今后应加强对磁铁矿矿石剩余磁化强度的

方向、倾角的测量和研究。

2.2 沿倾向方向上的变化

矿体沿倾向方向上(如图3),在9线,磁铁矿矿石的磁化强度从 $126\,900 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 升到 $141\,500 \times 10^{-3} \text{ A/m}$;在16线,磁铁矿矿石的磁化强度从 $154\,200 \times$

10^{-3} A/m 降到 $149\,400 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ 。虽然矿体沿倾向上磁铁矿矿石的磁化强度没有明显的变化规律,但它们的变化幅度都很小,这就构成不同磁化强度的磁性带基本上和矿体的倾向一致,呈似层状或透镜状。

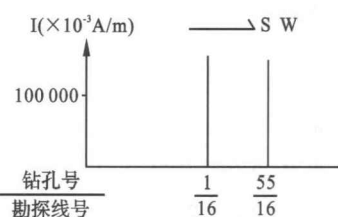
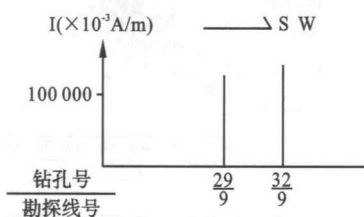


图3 大冶铁矿原生富矿石磁化强度沿倾向方向上的变化示意图^[4]

Fig. 3 The magnetic intensity along dip of the primary rich ore in Daye

2.3 在垂直方向上的变化

在垂直方向上,磁铁矿矿石的磁化强度变化无明显的规律,呈跳跃式增高或降低的特点(如图4)。

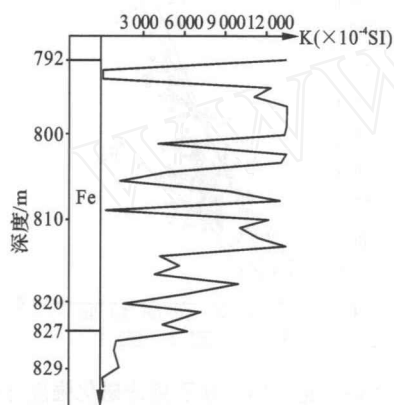


图4 大冶铁矿ZK15-7孔矿石磁化率在垂直方向上的变化示意图

Fig. 4 The vertical magnetization at ZK 15-7 of Daye

3 磁铁矿矿石磁性特征的影响因素

3.1 磁铁矿矿石矿物组成对磁性的影响

大冶铁矿铁(铜)矿床中磁铁矿矿石的金属矿物主要为磁铁矿、赤铁矿、菱铁矿、黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿。其中,黄铁矿、黄铜矿在矿石中呈星散状分布,常有较明显的方向性排列;赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿主要是以氧化矿的形式存在。在诸多矿物中,以磁铁矿磁性为最强,而赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿磁性相对就很弱,特别是菱铁矿,磁性极低^[4]。

铁(铜)矿床中氧化带主要为赤铁矿交代磁铁矿而成,在尖山地表氧化带也见有由褐铁矿交代而成,交代作用的特点主要是沿磁铁矿边缘裂隙及解理进行。随着氧化作用加剧,磁铁矿可大量或全部由赤铁矿代替,仅剩微量残余,形成假象磁铁矿。由于氧化作用改变了磁铁矿矿石的矿物组成和结构,因而导致氧化矿

感应磁化强度、剩余磁化强度均大大降低。

铁(铜)矿床中磁铁矿矿石的脉石矿物主要为透辉石、金云母、绿泥石、石榴石,它们对矿石的磁性虽有一定影响,但不是主要的影响因素。

3.2 磁铁矿矿石化学成分对磁性的影响

大冶铁矿铁(铜)矿床中磁铁矿矿石的化学成分主要为TFe、mFe、Cu、S、Co(钴)、P、Ni(镍)、V(钒)等成分。其中,与磁铁矿矿石磁性密切相关的是mFe(如图5):随着标本磁铁矿含量的增加标本的感应磁化强度也增大。同时,由于磁铁矿矿石中常含有赤铁矿、褐铁矿等低磁性的含铁矿物,因而,TFe含量的大小并不能完全体现磁铁矿矿石的磁性特征。

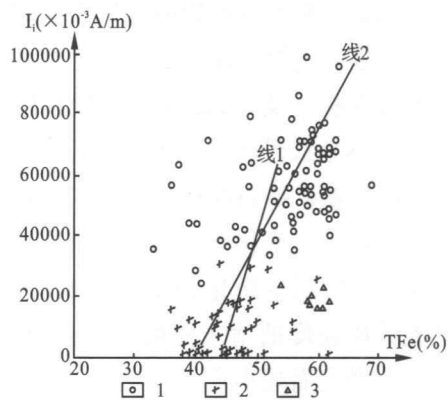


图5 磁铁矿矿石感应磁化强度与TFe含量的相关关系曲线^[2]

Fig. 5 The relation between magnetization sensation and TFe

1. 磁铁矿矿石(线2) ($r=0.467$), $x=0.246y+40.42$; 2. 赤铁矿化磁铁矿矿石(线1), $x=0.158y+44.02$; 3. 氧化磁铁矿矿石。

另外,Cu的含量与磁铁矿矿石的磁性特征有很大的关系(如表1)。ZK29-16中Cu的含量大多是ZK15-7中的两倍,而ZK29-16中磁铁矿矿石的磁化率远远要低于ZK15-7中磁铁矿矿石的磁化率。从而可推断,当矿石中Cu含量越高时,磁铁矿矿石的磁性相对会越弱。

表 1 钻孔的矿层中磁铁矿含量与磁化率对照表

	井深/m		TFe /%	Cu /%	mFe /%	磁化率/ 10^{-5} SI		
	起	止				最大值	最小值	均值
ZK15-7	792.55	793.40	32.35	0.216	28.77	163 000	36 516	113 045
ZK15-7	794.90	796.10	48.48	0.246	41.82	342 000	261 000	301 500
ZK15-7	796.10	798.20	49.54	0.206	44.20			
ZK15-7	798.20	800.80	51.50	0.203	45.47	322 000	158 000	248 900
ZK15-7	800.80	802.20	30.70	0.268	21.96			
ZK15-7	802.20	804.40	38.45	0.140	32.34	130 000	1 866	38 909
ZK29-16	510.95	512.95	29.55	0.277	24.70			
ZK29-16	512.95	514.95	32.32	0.468	27.05	130 000	1 866	38 909
ZK29-16	514.95	517.85	27.65	0.409	22.05			
ZK29-16	517.85	521.05	31.30	0.295	24.08			

注:1. TFe、Cu、mFe 为武钢分析检测中心分析;2. 磁化率为中国国土资源航空物探遥感中心所测。

3.3 磁铁矿矿石结构、构造对磁性的影响

3.3.1 磁铁矿粒度对磁性的影响

大冶铁矿铁(铜)矿床中磁铁矿按其粒度不同可分为粗粒矿石(粒径 >0.1 mm,半自形晶粒状)、细粒矿石(粒径 <0.1 mm,半自形晶粒状)、不等粒矿石(粒径 $0.005 \sim 0.5$ mm,半自形—他形晶粒状)^[5]。以致密块状和浸染状矿石为对象,分析其粒度对磁化强度的影响(如图 6)。粗粒磁铁矿矿石感应磁化强度较强,细粒磁铁矿矿石较弱,相关系数分别为 0.71 和 0.93。这就说明考虑磁铁矿粒度的影响后磁铁矿的百分含量和感应磁化强度的线性关系更加密切。而不等粒磁铁矿矿石磁性分布极不均匀,磁铁矿含量和感应磁化强度之间基本上不呈线性关系。在测定磁性参数时,这种粒度不等的磁铁矿矿石往往是产生同一标本不同位置磁化强度测量结果变化较大的一个重要原因。磁铁矿粒度对磁化率、剩余磁化强度的影响也非常显著。磁化率随磁铁矿粒度的增大而增大,剩余磁化强度随磁铁矿粒度的增大而减小^[6]。

3.3.2 磁铁矿矿石构造对磁性的影响

大冶铁矿铁(铜)矿床磁铁矿矿石的构造主要以致密块状构造、粉状构造、浸染状构造、脉状构造、条带状构造、角砾状构造、晶簇状构造等为特征。以矿区最主要的三种矿石构造:致密块状构造、粉状构造、浸染状构造为对象,分析它们与感应磁化强度的关系(如图 7)。这三种构造矿石的感应磁化强度变化顺序由大到小为致密块状构造矿石——浸染状构造矿石——粉状构造矿石。

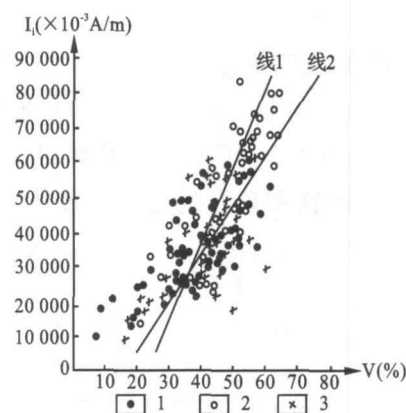


图 6 不同粒度磁铁矿矿石感应磁化强度与磁铁矿百分含量的相关关系曲线^[2]

Fig. 6 Magnetization intensity of ore with various size and ore content

1. 细粒(线 2) ($r=0.93$), $x=0.73y+15.66$; 2. 粗粒(线 1) ($r=0.71$), $x=0.47y+23.61$; 3. 不等粒。

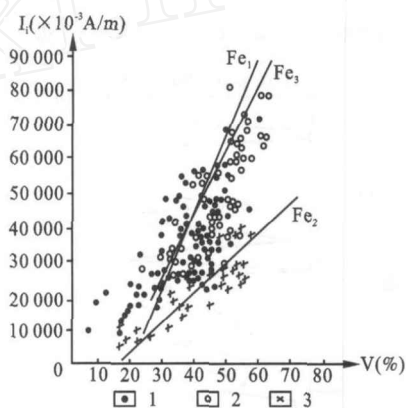


图 7 不同构造磁铁矿矿石感应磁化强度与磁铁矿百分含量的相关关系曲线^[2]

Fig. 7 Magnetization intensity of ore with various texture and ore content

1. 浸染状构造矿石(Fe_3) ($r=0.54$), $x=0.5y+19.65$;
2. 致密块状构造矿石(Fe_1) ($r=0.62$), $x=0.45y+20.05$;
3. 粉状构造矿石(Fe_2) ($r=0.86$), $x=1.18y+15.33$ 。

4 结语^[7]

(1) 从大冶铁矿铁(铜)矿床各矿体中磁铁矿矿石的磁性变化特征表明,矿石在不同地段、不同矿体,同一矿体不同剖面位置或同一剖面位置矿体的不同深度磁性均不一样。其原因主要是由磁铁矿矿石中的矿物组成、化学成分、磁铁矿粒度、矿石构造的不同以及矿石中的夹石所决定。

(2) 磁铁矿矿石在 mFe 品位相同时磁性存在差异,其原因主要由磁铁矿粒度、矿石构造所决定。

本文在撰写过程中,受到刘玉成教授级高工、张效良、刘毅、何春楷高级工程师等的支持和精心指导,在此特表感谢。

参考文献:

- [1] 湖北冶金地质勘探公司 606 队. 湖北省大冶县铁山侵入体物化探工作总结报告[R]. 武汉:中南地质勘查院档案室,1976.
- [2] 中南冶金地质研究所. 岩矿石磁性研究在解释次级磁异常中的应用效果[R]. 武汉:中南地质勘查院档案室,1972.
- [3] 李色篆,蒲绍东,张益民,等. 岩矿石磁性研究方法及其应用[M]. 北京:冶金工业出版社出版,1988,269~276.
- [4] 中南冶金地质勘探公司 608 队. 湖北大冶铁山铁铜矿床龙洞~象鼻山矿段深部找矿评价报告[R]. 武汉:中南地质勘查院档案室,1985.
- [5] 湖北冶金地质勘探公司 609 队. 湖北大冶铁山矿区铁门坎矿体补充勘探报告书[R]. 武汉:中南地质勘查院档案室,1978.
- [6] 李色篆,张益民. 湖北省岩矿石磁参数特征及铁山鄂城岩体研究报告[R]. 武汉:中南地质勘查院档案室,1979.
- [7] 中南冶金地质勘探公司 606 队. 湖北省大冶县铁山矿区井中磁测总结报告[R]. 武汉:中南地质勘查院档案室,1985.

Analysis of Magnetic Properties in the Iron Mine of Daye in Hubei Province

ZHU Yong-gang¹, YU Chang-chun²

(1. Central South Geological Investigation Institute, Wuhan, Hubei 430081; 2. China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083)

Abstract: The analysis of the magnetism distribution by magnetic properties indicates that the magnetic properties of different ores are varied from different districts in Daye iron/copper mine. The researches also indicate that the varieties are mainly from the mineral composition, chemical component, the texture and structure of ores.

Key words: iron/copper mineral deposit of Daye; magnetic ore; residual magnetization; magnetic susceptibility; induced magnetization