第28卷 第4期 地质与勘探 Vol. 28, No. 4
1992年 4月 GEOLOGY AND PROSPECTING April, 1992

五台—吕梁沉积变质铁矿 Q值特征及其在找矿中的应用

张 明 华

（冶金部地球物理勘查院·河北保定）

五台—吕梁地区沉积变质铁矿的磁性Q值特征与褶皱矿体的形态变化有关，褶皱转折部位矿体的Q值较小。研究Q值的分布特征，有助于预测成矿有望地段，判定隐伏矿体形态，并解决矿区构造问题。

关键词：五台—吕梁地区；沉积变质铁矿；Q值；褶皱构造

物探与化探

如何确定隐伏铁矿体的形态——向斜状还是单斜状，是铁矿找矿工作中的一个重要问题。本文通过分析几个典型铁矿区和五台地区的Q值特征，对这一问题作一初步探讨。

地质和岩石磁性特征

五台—吕梁沉积变质铁矿的主要含矿层位为太古界的五台群和吕梁群，位于山西省中、北部的“多”字型构造区。本区曾遭受五台、吕梁等运动的多期挤压和褶皱作用，致使矿体常呈各种形式的叠加褶皱状[1]；赵村、山羊坪、尖山等铁矿床均显示这种形态。磁铁石英岩呈条带状，磁铁矿与石英相间产出，具明显的磁各向异性特征，$\lambda=1.5\sim2.5$，剩余磁性较强。这种磁性特征已在磁异常解释中得到成功地应用。而要判断隐状矿体的形态，就要掌握更多的反映矿体形态变化的信息。

Q值特征

Q值为剩磁强度(J_r)与感磁强度(J_i)之比。统计表明，五台—吕梁沉积变质铁矿体的Q值变化与矿体的褶皱形态有关：褶皱转折部位（核部）Q值较小，远离转折部位（翼部）Q值变大。现以典型矿区为例说明如下。

1．尖山—狐姑山矿区 矿层位于吕梁群袁家村组和宁家湾组之上。因受褶皱构造控制，出露于尖山矿区的矿体，北部为其转折端，呈向南东倾斜的向斜状产出（图1）；南部出露的矿体为其翼部，距隐伏的核部较近，据500多块定向标本测定，转折部位的Q值为0.5；随着远离转折端，Q值增大到

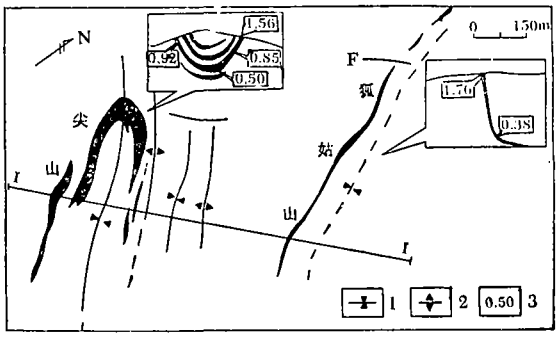
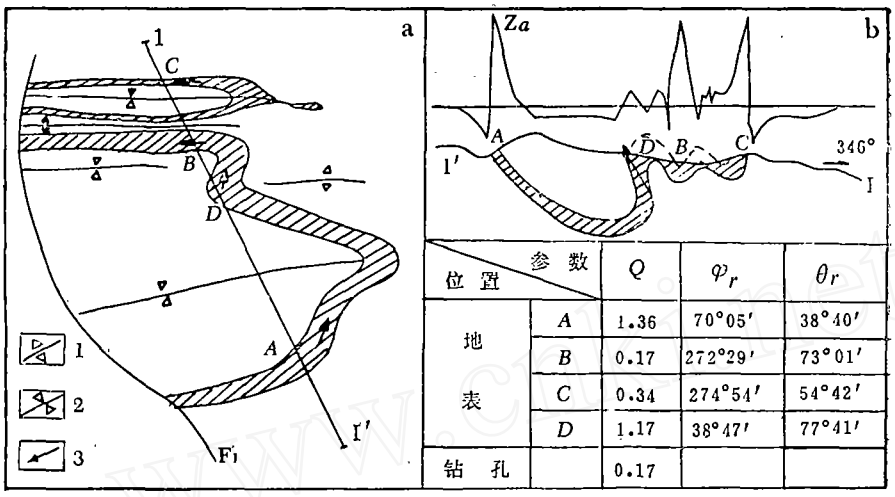


图 1 尖山—狐姑山矿区矿体形态与磁参数分布略图

（据中南冶金地质研究所整编）

1—向斜；2—背斜；3—Q值

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



位置 \ 参数		Q	φ_r	θ_r
地表	A	1.36	70°05′	38°40′
	B	0.17	272°29′	73°01′
	C	0.34	274°54′	54°42′
	D	1.17	38°47′	77°41′
钻孔		0.17		

图 2　板峪矿区矿体形态与磁参数分布略图

（据山西冶金物探队整编）

1—背斜；2—向斜；3—天然剩磁的平面投影方向

0.9～1.5。狐姑山矿体赋存在深部转折部位，Q值约0.4，翼部出露的矿体，Q值为1.8左右。狐姑山矿区地表标本的Q值比尖山矿区大2倍多。

2．板峪矿区　矿层产于五台群台怀亚群之上，受褶皱构造控制（图2）。近40块定向标本的磁参数测定结果见图2中的参数表。按前述的Q值特征推测，褶皱的A区应距转折部位（核部）较远，B、C、D区距转折部位较近。这一推测与实际情况相符（图2b）。

3．山羊坪矿区　矿体形态较复杂，赋存于五台群台怀亚群，是五台山目前最大的铁矿区。磁铁石英岩矿体（层）受多期褶皱叠加，呈封闭状、马蹄形展布（图3）。王家河—山羊坪以南和山羊坪以东的地区（东矿区），出露矿体主要是其多期褶皱的转折部位，Q值普遍偏小，平均值为0.38。而在初一沟—山羊坪—马宗山一线以西（西矿区），出露矿体以褶皱翼部为主，其Q值较东矿区为

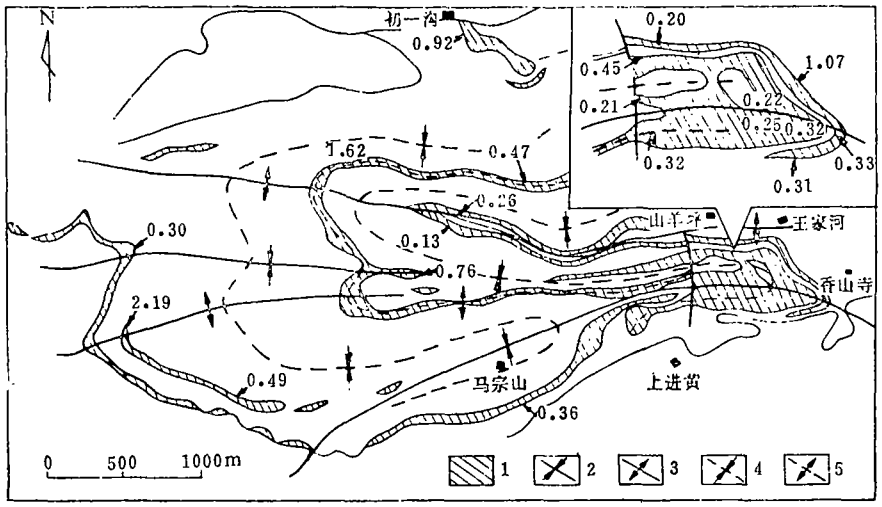


图 3　山羊坪矿区构造及Q值分布图

1—磁铁石英岩；2—第一世代向形轴；3—第一世代背形轴；4—第二世代向形轴；5—第二世代背形轴

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

大，平均值0.59。需要指出，西矿区Q值为0.13、0.26的矿段，是靠近第一世代褶皱转折端的部位。马宗山南侧$Q=0.36$的矿段和矿区西侧$Q=0.30$的部位，二者属于“部位处于大的矿层褶皱之翼部，次级转折部位”的情况。前者，经钻探证实，矿层在地下20～100m范围内发生转折，在地表以70°角向北倾，在地下转为南倾，更深处则向北倾。后者位于弯根沟内。实地踏勘表明，沟内矿体走向向北，到沟北面的山坡上转为向西，与图3矿体走向相一致。这是矿层的次级（局部）转折部位。

由此可见，Q值的变化与矿体（层）形态有关。总体上，褶皱翼部矿体的Q平均值明显大于核部。Q值的这种特征与褶皱构造密切相关。现以五台地区为例解释如下。

五台群台怀亚群是五台地区铁矿的主含矿层。由五台群的变形和变质程度[1]可知，台怀亚群属中低级变质，变质作用的温压条件是：$t=350\sim550$℃，$P_{H_2O}=300\sim700$ MPa。在此条件下，由于褶皱构造挤压应力场的作用，磁铁矿颗粒（集合体）发生变形，出现定向拉长现象。褶皱转折端(核部)是应力释放区，磁铁矿颗粒出现相对拉长现象。褶皱过程中的这种应力不均匀分布，导致磁铁矿颗粒的矫顽磁力（H_c)的变化。磁铁矿颗粒的矫顽磁力与应力的关系是：

$$H_c=3\tau\delta/J_s \qquad (1)$$

式中，τ——磁致伸展系数；δ——应力；J_s——磁铁矿饱和磁化强度。

由此可见，褶皱翼部磁铁矿颗粒的矫顽磁力较大。若将磁铁矿颗粒抽象地看作是长轴为a、短轴为$b=c$的旋转椭球体，根据岩石磁学的奈尔理论，应力作用造成的磁铁矿颗粒的形状变化，对其矫顽磁力的影响

$$H_c=(N_b-N_a)J_s \qquad (2)$$

式中，N_a、N_b分别是沿长、短轴的退磁系数。

磁铁矿颗粒拉长时，其N_b增大，N_a减小，故H_c增大，保持剩磁的能力也相应增强。由于磁铁矿条带和石英条带平行于矿体产状，所以经过构造变形后，宏观上翼部剩磁比核部要大，因而Q值也较大。

Q值对磁异常解释计算的影响

五台—吕梁沉积变质铁矿的磁异常，形态复杂，隐伏矿体常呈向斜状，核部矿层变厚。对深部、尤其是鞍部形态的变化，磁异常反映不甚明显。而确定隐伏矿体形态，重要的是对鞍部异常的定量计算拟合。Q值的变化使磁异常变得更加复杂，导致磁异常特征的改变（图4b)。因此，为准确确定隐伏矿体形态，充分了解矿区的褶皱构造和矿体Q值的变化，是十分必要的。

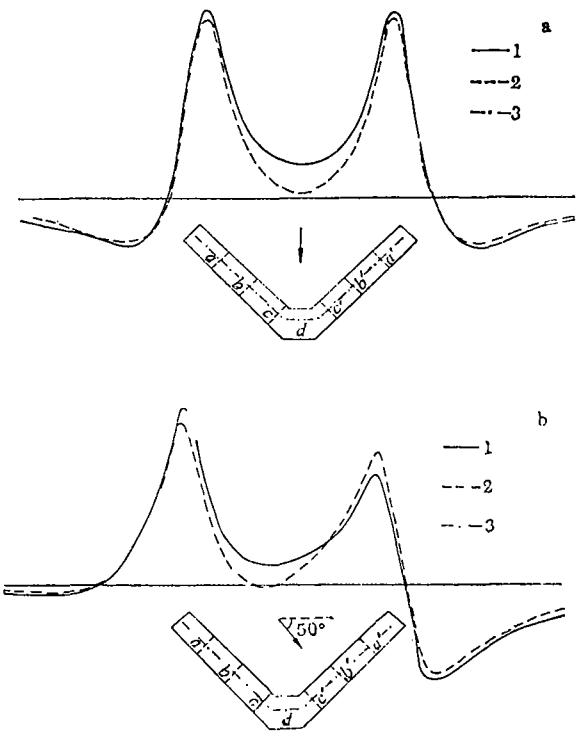


图 4　Q值变化引起的磁场变化

a—垂直磁化情况；b—斜磁化情况

1—$Q=1$不变；2—Q值变化：$Q_a=Q_{a'}=1.0$，$Q_b=Q_{b'}=0.8$，$Q_c=Q_{c'}=0.54$，$Q_d=0.3$

3—磁性体层理

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Q值特征在找矿上的应用

利用沉积变质铁矿的Q值特征，不仅可以判断隐伏矿体的大致形态，而且有助于确定找矿的有望区段，提供矿区和区域构造方面的信息。从Q值与沉积变质铁矿体褶皱构造的上述关系可知，在同一含矿层位上，地表标本测定的Q值大小，能够反映矿区或区域内褶皱构造的发育程度。

图5列出了五台地区五台群台怀亚群中

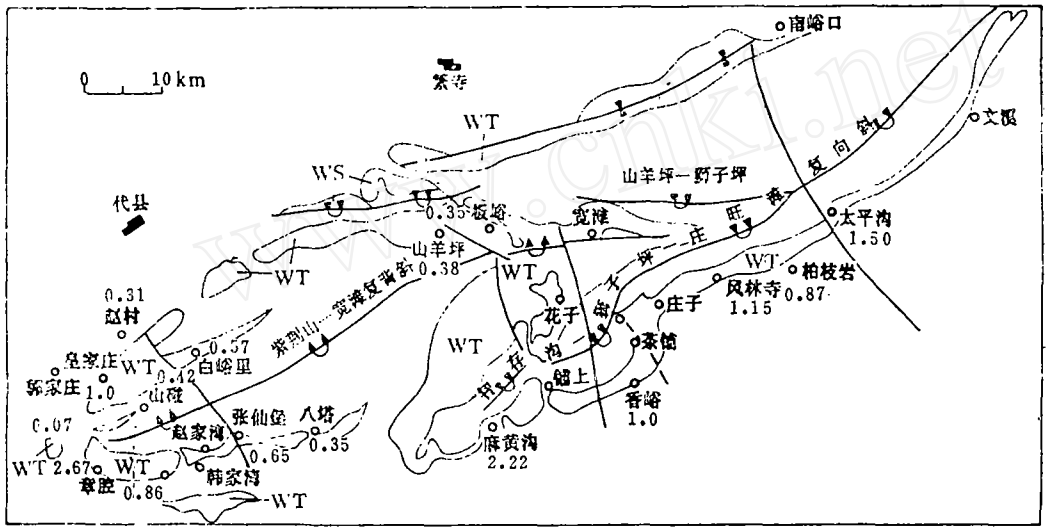


图 5 五台地区主要含铁岩系构造与Q值分布略图

WT—五台群台怀亚群；WS—五台群石咀亚群

沉积变质铁矿的Q值(平均值)统计结果。这次已知大、中型铁矿区的Q值都在0.6以下。其中，大型矿床（赵村、山羊坪等）出露地表的褶皱矿体，其Q值<0.5。而近地表呈单斜状的中、小型铁矿床，Q值>1。这里所说的近地表系指从地表到地下300m左右的范围。从区域上看，位于紫荆山—宽滩复背斜北翼的矿区，Q值较小；而其南翼以及智存沟—狮子坪—庄旺滩复向斜南翼的矿区（如八塔矿区），Q值较大。这说明台怀亚群含铁层位于该复背斜北翼，次级褶皱构造相对于其南翼及相邻复向斜的南翼，都比较发育。因此，紫荆山—宽滩复背斜的北翼是寻找近地表褶皱型铁矿床的有利部位。

迄今为止，智存沟—狮子坪—庄旺滩复向斜南翼的太平沟、柏枝岩、麻黄沟一带的矿床，经钻探验证属单斜型矿床，与Q值测定结果一致。八塔矿区的Q值较小，近地表矿体应是褶皱型的，事实上，该矿区正是处于一个小型褶皱发育的地段，值得进一步工作。

山羊坪矿床的西矿区（见图3），出露的矿体与地下矿体相连。褶皱的核部在地下，估计会有可观的前景。

本文得到王继伦同志的审阅与指导，谨致谢意。

参 考 文 献

[1] 白瑾等，《五台山早前寒武纪地质》，天津科学技术出版社，1986年.

[2] 徐世浙，《古地磁概论》，地震出版社，1982年.

Q-Ratio and Its Iron Ore-finding Significance, as exemplified by the Wutai-Luliang Sedimento-metamorphic Iron Deposit

Zhang Minghua

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net