

辽宁省本溪北台铁矿的构造控制规律

——运用构造解析解决找矿问题的一个实例

刘如琦、郑峻庆、张宝华、崔文智

提要 本溪北台铁矿为产于太古宙鞍山群中的 BIF。矿体形态、产状均甚复杂。构造解析表明,这种复杂性是由于经受了至少三期构造变形所引起的。本文在详细剖析各期构造变形及其对铁矿体的控制规律的基础上,提出了深部找矿方向,已得到实践验证,经济效果显著。

关键词 变形幕 构造变形旋回 区段 褶皱叠加 干扰格式 韧性剪切带

一、前言

研究构造变形规律对寻找矿产资源的重要意义已逐渐被人们所认识。事实证明,构造变形在不同尺度上控制着矿产的生成与分布,不仅决定含矿带的位置和展布方向,矿床形成的环境和条件,同时也控制着矿体的分布与产状变化。地质学家的重要任务之一便是在弄清构造变形规律的基础上,预测成矿远景区、确定矿床生成条件和寻找隐伏矿体。这后种情况,对于找矿和勘探工作尤为重要。在这方面,本溪的北台铁矿,提供了典型例证。

北台铁矿是一个开采了多年的矿山,属太古宙鞍山群绿岩带建造的 BIF,存在于斜长角闪岩组合之中。由于在太古时期经历过多期变形,所以铁矿的形态、产状均甚复杂。许多年来,地质勘探部门由于缺乏对这一构造复杂性的真切认识,仅根据某些区段中矿体在地表向东北方向倾斜而视为简单的单斜构造,又按照这种观点进行布孔打钻,直到 1984 年底,打了不少“白眼”,造成的浪费是可观的。

接受负责在这一地区进行地质勘探的冶金部地质勘探部门的委托,我们开展了研究工作,提供了有关这一矿区构造变形对矿床矿体控制的基本规律和矿体的深部产状变化,并且在生产实践中得到了证实,取得了良好的经济效益。

二、区域构造变形背景

在总结辽宁省中北部鞍山群岩石构造变形的论文中(Liu et al 1984; 郑峻庆等 1986; 张宝华等 1986; 刘如琦等 1987a, 1987b), 我们指出了, 鞍山群岩石在太古构造变形旋回中至少经历了四幕变形, 即:

D₁ 变形: 表现为从片内至区域规模的平卧及倒转紧闭同斜形褶皱(F₁)及伴生的面(S₁)和线(L₁)构造。褶皱原始方位近于南北向。这期构造大致在本溪及其以南一带较为发育, 向

北至清原一带,因受后期(特别是 D_2)褶皱的改造而趋于模糊。

D_1 变形:以褶皱(F_1)的发育为主,并且在清原一带最为发育,形成区域性的北东东—南西西向的褶皱。但在鞍山附近直至本溪,转为规模甚小的褶皱,有时极不发育,难以鉴别。

D_2 变形:形成紧闭至开阔的中小型至大型的褶皱,褶皱方位北北西—南南东,平行于褶皱面为一组折劈面(S_2)。因 F_2 叠加于早期褶皱之上而受其控制,故褶皱方位有时较为分散。

D_3 变形:生成开阔褶皱,粗折劈和剪切带。这些构造仅见于局部地段或部分露头中。

发育于不同变形幕的构造形迹,特别是褶皱构造,在不同地区构成的干扰格式,是鉴别其形成先后的重要依据。北台铁矿区的鞍山群岩石同样经受了太古构造变形旋回的影响,但不同期次变形强度的差异,决定了本区构造特有的复杂性和规律性,也决定了本区铁矿的分布和深度变化的一些特征。

三、矿区地质构造及变形特征

(一) 岩石类别

本区岩石主要为太古宙鞍山群和广泛分布的花岗岩类岩石。鞍山群分布于本区者为斜长角闪岩组合的岩石,变质程度均达角闪岩相,其主要类别有:

(1). 斜长角闪岩:为细粒至中粗粒的斜长角闪岩,主要矿物组成为普通角闪石,含量约 60—90%,一般为 60—70%;斜长石含量可达 30%,此外还有极少量的石英。普通角闪石呈长条状半自形晶,普遍具双晶化和扁平化现象。其它矿物亦见有变形迹象,如石英的压碎结构和波状消光,云母矿物的击象等。

(2). 条带状磁铁石英岩(BIF):含有石英、磁铁矿(及赤铁矿)、阳起石和透闪石等矿物,有时为含阳起石与透闪石之磁铁石英岩,亦有时含铁很低变为磁铁阳起石英岩。

(3). 云母石英片岩:为浅灰及灰色之片理发育甚好的岩石。

岩浆岩有花岗岩和花岗伟晶岩两类:

花岗岩:本区的东北与西南两侧几乎均有大片的花岗岩分布,岩石外观呈肉红色,中粒状,矿物组成为石英、长石、黑云母等。有些部分具面理现象,但大多无面理而呈明显花岗岩型结构。鞍山群岩石受此花岗岩的侵入和穿割,或孤立地被花岗岩所包围。这是一期较早侵入的岩体,大致发生于太古构造变形旋回的后期或末期。

花岗伟晶岩:为较新一期的侵入活动,形成大的脉体。可能代表太古末或元古初期的岩浆事件。厚度大延伸长的伟晶岩脉的发育,反映了已固结的强硬基底岩石中的引张应力体制(Windley, 1977)。

(二). 构造变形

本矿区位于歪头山—北台复式倒转背形构造(F_1)的南端,其南为一北东至南西向的大断裂所截割(图 1),虽然就辽宁中北部广大地区而言,鞍山群经历了太古构造变形旋回的四期变形作用,并发育了相应的构造组合,但在本区明显可见者,主要有三期变形,下面将结合区段的划分而详细论述(图 1):

(1) 大顶子区段: 斜长角闪岩和 BIF 的透入性面理 S_1 走向为北北西—南南东倾角极大。反映于组构图解上(图 1 之投影图 A), 有两组极密, 分别代表两组陡倾斜的 S_1 面, 这里是主要褶皱构造的一部分, 并有次级褶皱发育, 向北北西方向倾伏, 均为 F_1 褶皱。此外, 亦见有褶皱面走向为北东东—南西西的 F_2 褶皱, 倾伏方向不定。

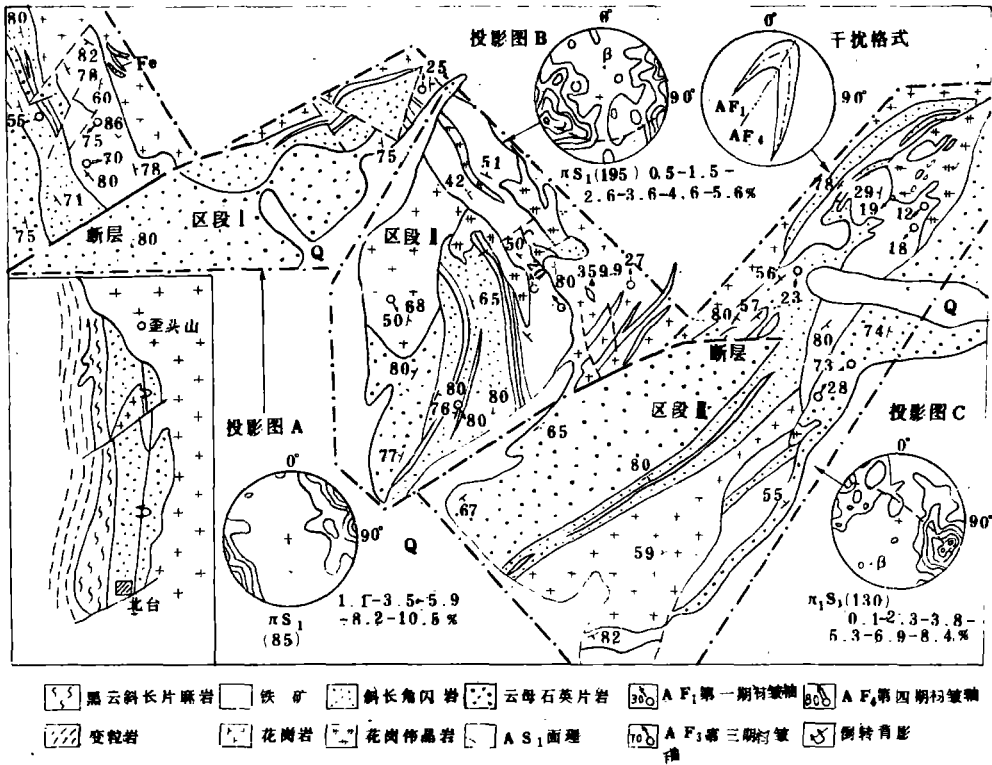


图 1. 北台铁矿区构造地质图

(2) 张家沟区段: 这一区段情况比较复杂, S_1 面的倾角普遍较大, 明显的 F_1 褶皱出现于 BIF 中, 在受花岗岩包围的残存部分亦当见到, 呈紧闭同斜形态, 伴生的小褶皱具有 Z—M—S 的演变顺序(图 2), (Ramsay, 1967)。

在采场剥露面上, 有清楚的褶皱干扰现象(图 3)。在这里, 同斜形态的 F_1 褶皱又被较为开阔的 F_2 褶皱所重褶了, 这就表明, 这一区段存在着不同尺度的与此类似的褶皱叠加关系。组构图解上也表明了同样的规律性(图 1 之投影图 B), 主极密为紧闭同斜的 F_1 褶皱向北东陡倾的两翼, 故铁矿层能重复出现。而大园环带具环带轴 β , 以中等角度向北倾伏, 则为较宽缓的 F_2 的反映。此 F_2 使 F_1 再褶皱, 其一个翼向北东倾斜, 向深处渐渐转为向南西方向倾斜。图解中的部分环带(如图 1 之投影图 B 中带箭头垂线所示)暗示向北东东倾伏的 F_2 褶皱, 为更为宽缓的褶皱构造, 平面图上也部分地显示出来。

3. 北台沟区段: 早期褶皱 F_1 (+ F_2 ?) 从岩性类别的重复分布上已可看出来, 即以斜长角闪岩和 BIF 为核, 形成紧闭的背形构造, 轴向原应为北北西—南南东, 但由于受原轴向为北东

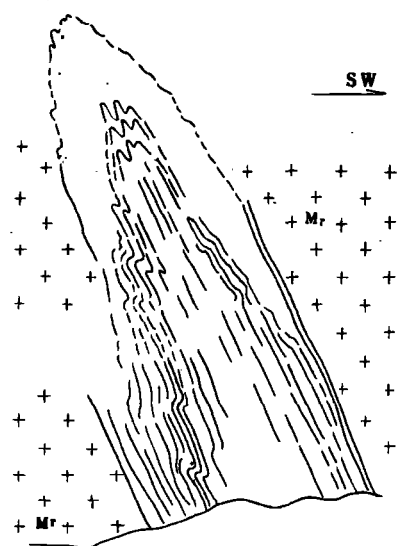


图2 张家沟区段250米平台矿中第一期紧闭同斜褶皱 F_1 , Mr 为混合花岗岩。

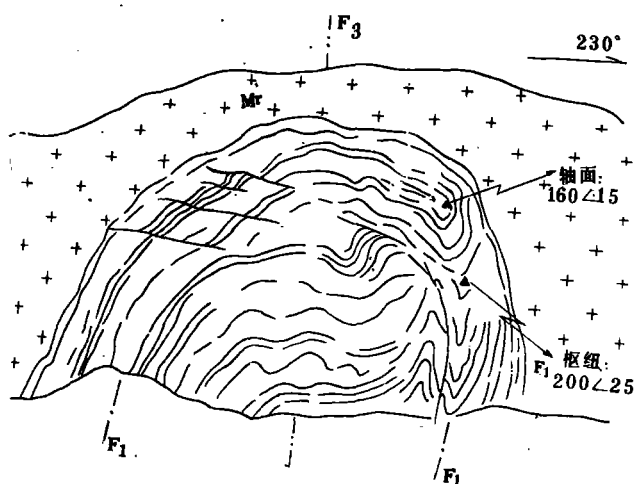


图3 张家沟区段两期褶皱 (F_1 , F_3) 的迭加干扰格式。Mr 为混合花岗岩。

东的 F_1 褶皱的叠加, 形成相当于 Ramsay 分类中的第二种干扰格式 (如图1中区段Ⅲ上方干扰格式图)。组构图解中 (图1之投影图C) 环带趋势反映了叠加后的综合形态, 环带轴 β 表明向南西呈缓倾伏的褶皱。

伴随上述之褶皱构造, 还有规模不等的韧性剪切带的出现, 其中主要者有北台沟韧性剪切带和大顶子韧性剪切带, 这些带大多发育于主要褶皱幕的后期。

北台沟韧性剪切带: 位于北台沟区段采场西缘, 呈北东东—南西西向延伸, 在240米与250米平台上, 剥露极清楚, 带宽约40米, 总体倾斜为 $320^\circ \angle 73^\circ$, 一般均较陡。此处所见, 主要在花岗质岩石中, 形成宽大的动力变质带, 生成云母片岩、绿泥石英片岩等, 矿物组合为石英+长石+黑云母+绿泥石+绢云母。由动力变质及退化变质生成的云母片岩中, 片理面 (Sm_1) 非常发育, 片岩与花岗质岩石呈渐变过渡关系, 片理的发育亦由弱而强 (图4), 其中包含有未变形的花岗岩石残块。在花岗质岩石中, 靠近韧性带部分, 矿物具明显定向排列, 石英大多已透镜化或呈“眼球”状, 边缘之云母矿物包围石英透镜体有塑性流动现象 (图4中小插图)。片理面为带中最早生成的动态面理, 产状呈规律性变化, 即如投影图解所示 (图4中之组构图)。带内的劈裂构造 (Sm_2) 为第二期动态性面理, 大多属上冲型, 早期石英长石脉体均被变形为肠状褶皱, 褶皱倾伏 $270^\circ \angle 64^\circ$, 总体看来, 此带以水平位移为主。

大顶子韧性剪切带: 位于大顶子区段, 延伸方向与北台沟韧性剪切带相同。此带亦具明显之糜棱岩带特征 (图5), 最边部有一层滑动造成的玻璃质部分, 带内塑性流动非常强烈, 石英

长石脉均被透镜化。变形中产生的面理(Sm_1)具明显的“S”形,平面图上显示左行滑动特点。

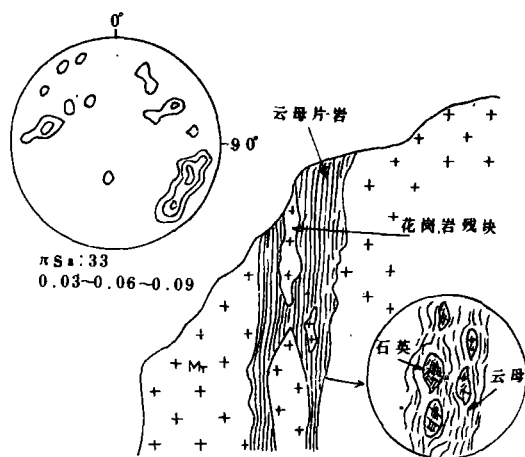


图4 北台沟韧性剪切带,带内为云母片岩,绿泥石英片岩等,带外为混合花岗岩(Mr)。

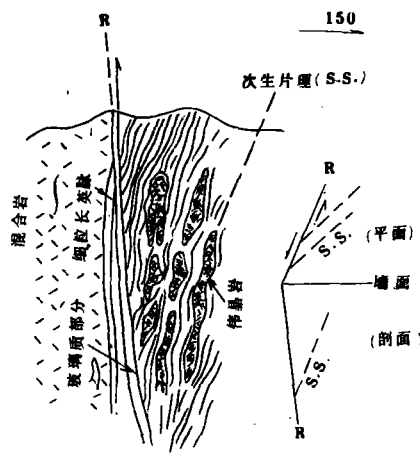


图5 大顶子韧性剪切带素描图

此外尚有许多规模甚小的韧性剪切带,分布于不同岩性中,一条石英长石质脉体在变质变形中顺脉体发育剪切带,使云母、长石等矿物组成的条带呈引曳形状,显示了较缓慢的剪切运动(图6)。

四、变形作用对铁矿的控制

变形对铁矿的控制作用是多方面的,主要是使矿体重复加厚,并决定了其深部的产状变化。

(一)重复加厚:紧闭同斜形态的 F_1 褶皱(可能还有一部分 F_2 褶皱)造成的矿体的重复,是使单层或单组矿体变为厚大矿体的主要原因。这种由褶皱引起的重复加厚的变形机制,可通过图解来认识(图7):设原有两个铁矿层,其厚度为 T ,取两侧的有效长度为 l ,在形成紧闭同斜褶皱之后,侧向距离变为 l' 而厚度由 T 变为 T' ,设其体积不变,于是: $T' = l/l' \cdot T$,随褶皱的不断变紧, l' 越来越小于 l , T' 随之增大。故 T' 的大小,取决于原始厚度 T 和 l/l' 。

在褶皱发展的过程中,铁元素在变质条件下发生迁移,促使局部富化,例如在褶皱轴部,不仅矿体更厚,而且也 richer。

(二)矿体向深部的产状变化:矿体向深部的产状变化,同样是受变形作用控制的。这一情

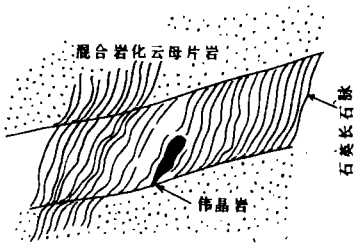


图 6 大顶子采区 260 米平台混合岩化云母石英片岩中的韧性剪切带。

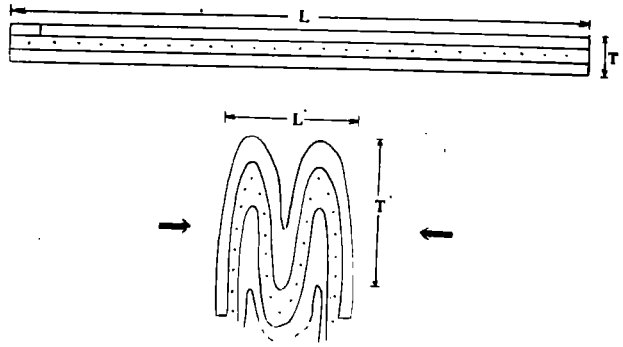


图 7 紧闭同斜褶皱造成铁矿层重复加厚的变形机制

况,在本矿区张家沟区段最为明显。张家沟区段的矿体与围岩在地表部分均向北东方向倾斜,以致长期以来被勘探部门误认为是向北东倾斜的单斜构造。但由于受 F_2 较宽缓的褶皱的影响,向深部改变为向南西方向倾斜,这一规律性变化,不仅反映于单个露头中(见图 3),也表现于组构图解上(见图 1)。经过用单个倾斜钻孔求产状要素的方法(刘如琦,1975)加以检验,从而得出深部的产状变化情况,即如表 1 所示。这一信息的提供,对地质勘探工作起了十分重要的作用。

张家沟区段铁矿条带面产状变化对比表

表 1

钻 孔 编 号	深部铁矿条带面 (AS_1) 产状	地表铁矿条带面 (AS_1) 产状
ZK1611	$246^\circ \angle 49^\circ$ (23.5 米以上)	$65^\circ \angle 45^\circ$
ZK130.7	$249^\circ \angle 49^\circ$ (68~108 米之间)	$50^\circ \angle 60^\circ$

五、结 语

北台铁矿因位于太古宙岩群多期变形的地区,其构造情况是十分复杂的。矿区范围内主要经历了三个较大的变形期的作用,根据区域性对比,即 D_1 , D_2 和 D_3 。各期变形均产生规模不等的褶皱和其它伴生构造,显示不同的样式变化。褶皱构造表现程度不等和形式差异的干扰格式,直接控制着矿体的规模、展向和深部变化。北台铁矿的实例清楚地表明,在变质岩区和构造复杂区进行找矿和勘探工作,如不以研究构造变形规律为基础,则是难以进行的,甚至会造成大量时间和财力上的浪费。

参考文献

- [1]刘如琦,1975,用单个倾斜钻孔定岩层或矿体的产状要素,“矿山技术”。
- [2]刘如琦等,1987a,鞍山附近“樱桃园组”的构造样式及其时代讨论,“地质科学”第一期。
- [3]刘如琦等 1987b 中国辽宁省中北部太古宙岩群的构造样式“国际前寒武纪地壳演化讨论会论文集”第一集构造地质。
- [4]张宝华等,1986,鞍山地区早前寒武纪岩群的构造变形,“长春地质学院学报”第2期。
- [5]郑峻庆等,1986,辽宁本溪地区北台—歪头山一带太古宙鞍山群主要构造特征及其对铁矿的控制,“地质找矿论丛”第1期。
- [6]Liu Ruqi et al. 1984, Tectonic style of the Archean Rock Group in central and Northern Liaoning Province, China, Journal of Geodynamics vol. 1. NO3—4
- [7]Ramsay, J. G. 1967, Folding and Fracturing of Rocks, McGraw-Hill Book Company 491-553
- [8]Windley B. F. 1977, The evolving continents, John Wiley & sons Ltd, b-15

**STRUCTURAL CONTROL OF THE IRON-ORE DEPOSITS IN
BEITAI IRON—ORE MINE, BENXI, LIAONING PROVINCE—AN
EXAMPLE OF USING THE ANALYTICAL METHOD
TO SOLVE PROBLEMS OF MINERAL PROSPECTING**

Liu Ruqi, Zheng Junqing, Zhang Baohua and Cui Wenzhi

Abstract

Structural complexity in the Archaean rocks in Beitai area results mainly from polyphase deformation during the Archaean tectonic cycle by which several sets of structural elements with different geometrical forms and directions were produced. By comparing with regional structural sequence, three pronounced phases of deformation took place in rocks of this area, i. e. the D_1 , D_2 and D_3 deformation. Folds of successive episodes interfere different patterns amenable to be distinguished in domains.

Repetition of ore bodies by isoclinal folds (F_1) causes immense thickness of mined parts and enrichment of iron in axial portions of folds. Change in attitude of ore bodies from dipping to northeast at the surface to southwest in deep has been made out to be due to F_3 's superimposition. It is also confirmed by using the method of single inclined drilling hole which was firstly proposed by one of the writers in 1973. This discovery is noteworthy and of fundamental significance in enlargement of ore reserve to this Mine.