

12-1627 华北地台北缘东段多期褶皱及构造置换对 鞍山群铁矿床的控制作用

张宝华 屈奋雄

(冶金部天津地质研究院·天津·300061)

p618.3/0.2
p544.1

多期褶皱和构造置换是华北地台北缘太古宙鞍山群岩石中的主要
变形特征,也是对太古宙鞍山群铁矿的形态、规模、产状和分布规律的
主要控制因素。

关键词 多期褶皱 构造置换 构造控制 华北地台

控制作用, 铁矿床

本文论述的鞍山群主要分布于华北地台北缘东段的辽宁省本溪地区、清原地区及吉林省的浑江(现改为白山)地区。其中赋存的条带状铁矿(常称 BIF)是我国东北地区钢铁工业的重要矿石来源。

多年来,太古宙鞍山群吸引了国内外大批地质工作者,对其岩石分布区开展了广泛的地质测量、地质勘探及多学科研究工作,取得了可观的铁矿储量和丰富的地质理论成果。然而由于该岩群在 20 多亿年的地质历史中,经历了多次强烈地壳运动,每次的地壳运动又产生不只一期的构造变形,不同期次的构造变形相互叠加改造,造成该岩群地质构造相当复杂。在这种复杂的地体中恢复地层层序和构造变形序列,就显得更加艰巨。迄今,在本区鞍山群地层划分上尚有不少争议,构造格架上众说纷纭。笔者经过近 10 余年来对该岩群专门性的构造变形研究,认为该岩群构造变形的最大特点,就是多期褶皱变形和强烈的构造置换作用;赋存于该岩群的铁矿完全受这两种构造形式控制。

1 多期褶皱在鞍山群中的表现特征

有关太古宙鞍山群构造复杂与简单之争,早已被多期褶皱变形的事实而结束。人们

在研究太古宙岩群构造时发现,在华北地台乃至世界范围内,太古宙岩群至少发育两期以上的褶皱变形。在鞍山群分布区内,各地构造变形特征、发育程度尽管不是完全相同(表 1),但总体可以划分出 4 期比较显著的褶皱变形。其构造样式从早期到晚期有从明显的不协调紧闭型向开阔型过渡的特征,表现出从早到晚岩石从塑性向脆性的演变过程。各期褶皱变形主要特征如下:

1.1 第 1 期褶皱变形

该期褶皱(F_1)在鞍山群分布区内广泛发育,与其伴生的面构造(S_1)和线构造(L_1)均强烈发育。

该期褶皱(F_1)为鞍山群中最早的变形褶皱,其大小从手标本到区域规模的都有。在本溪地区和浑江地区都是以该期褶皱为主的构造控制区,形成区域性的大型褶皱。其形态为不协调紧闭同斜型(图 1)。若按 Ramsay 的分类应属 2 型,部分属 1B—2 型的过渡类型。该期褶皱几乎均见于铁矿体中,以铁矿中的硅铁条带为形面。

面构造(S_1):为新生的构造面,已完全置换了原始层理(S_0)(即 $S_1 \approx S_0$)。为鞍山群中发育最好、分布最广的一种透入性面状构造,为该期褶皱的轴面构造。主要由斜长石、角闪

本文 1996 年 2 月收到,侯庆有编辑。

石、阳起石、绿泥石及云母等矿物和压扁的石英集合体定向排列而显示的面理及铁矿中的硅铁条带面(硅铁条带面虽属沉积条带,但已完全被 S_1 所置换,不具 S_0 的意义)。

线构造 L_1 : 主要为不同规模的褶轴、窗棂及一些平行褶轴的细条纹。褶皱的规模越大,其窗棂规模也越大。因其主要发育于褶皱转折端部位,所以窗棂是确定褶皱的指示性线理。

1.2 第2期褶皱变形

该期褶皱变形,在鞍山群岩石各分布区内发育程度不尽相同(见表1)。在清原地区发育最好,并伴有轴面构造 S_1 和轴线构造 L_2 。

第2期褶皱(F_2)其形面为 S_2 。规模从中小型到大型都有。形态以中等开阔为主,并见紧闭同斜型(图2)。与 F_1 褶皱叠加形成 Ramsay 分类的3型干扰格式。

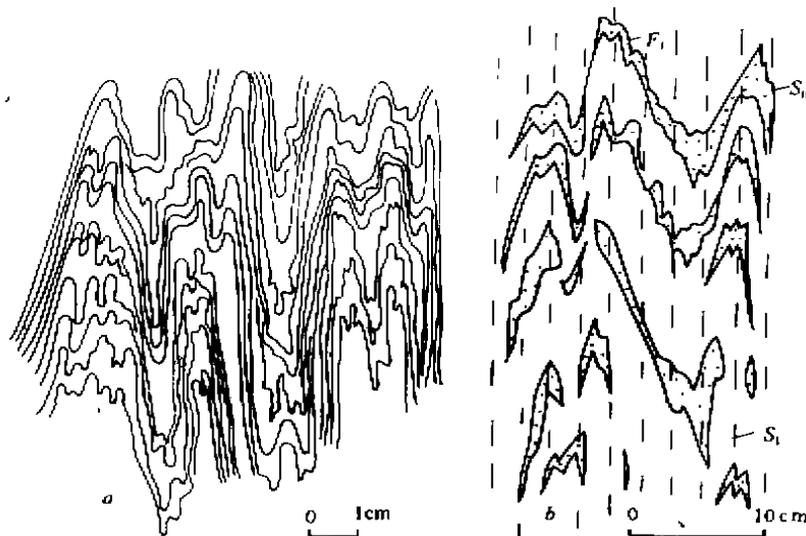


图1 鞍山群小型褶皱 F_1
a—本溪地区; b—浑江地区

表1 华北地台北缘东段各地区鞍山群构造变形特征

地区	第1期构造变形	第2期构造变形	第3期构造变形	第4期构造变形
本溪	强烈发育,褶皱为紧闭同斜型,中小型至大型规模都有,轴面为 S_1 ,形面为 S_0 ,线构造 L_1 发育	弱发育	强烈发育,紧闭至开阔型褶皱均有,规模从中小型至大型,褶皱面为折劈理 S_2 ,线构造 L_2 发育,后期为置换作用发生	较发育,褶皱为较开阔的中小型,轴面及线构造不发育(褶轴除外)
清原	较发育,褶皱以小型紧闭同斜型为主, S_0 为形面, S_1 为轴面,褶轴、窗棂等线构造 L_1 发育	强烈发育,明显形成褶皱带,即形成大型褶皱,轴面为折劈理 S_2 ,形面内 S_0 、 S_1 ,线构造 L_2 有窗棂、褶轴	较发育,褶皱为中小型,较开阔,线构造 L_2 弱发育,一些部位有韧性剪切带发育	发育宽缓褶皱,不发育轴面及褶轴以外的线构造
浑江	强烈发育,褶皱为紧闭同斜型,中小型至大型都有, S_2 为形面, S_1 为轴面,线构造 L_1 发育	表现为强烈的面置换,褶皱石香肠化,有的部位发育韧性剪切带	弱发育	弱发育

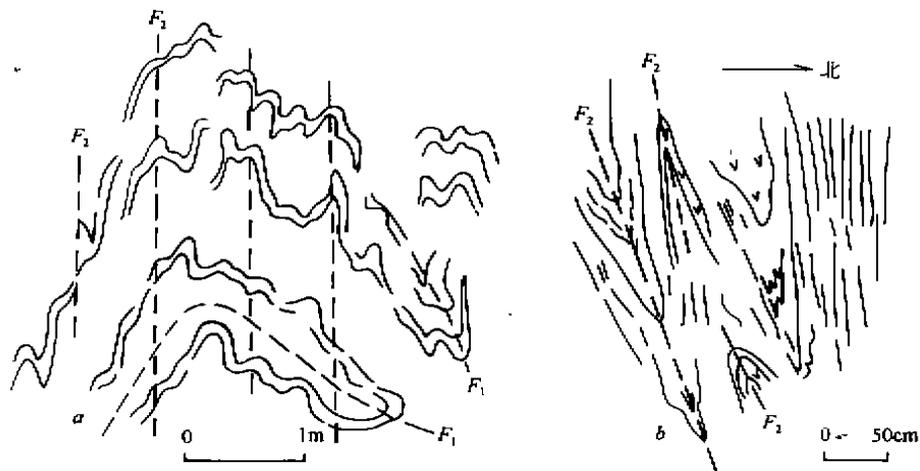


图2 第2期小褶皱(清原地区)
a—开阔的,b—紧闭的

1.3 第3期褶皱变形

该期以较开阔的褶皱为主,几乎没有轴面构造和褶轴以外的其他线构造。该期褶皱规模可以从中小型至大型。主要在本溪地区强烈发育,使北台至歪头山早期褶皱 F_1 再次褶皱,产生 Ramsay 分类的 3 型褶皱干扰格式。

1.4 第4期褶皱变形

该期褶皱主要发育于本溪地区,表现为一系列舒缓波状褶皱,多为中小型,局部地段可以见到露头规模的。该期褶皱与 F_1 、 F_3 褶皱叠加关系清楚,形成类似 Ramsay 所划分的 2 型干扰格式(图 3)。

2 构造置换特征

构造置换是岩石中一种构造在递进变形的改造过程中,被另一种构造所代替的现象。最常见的是原始沉积层理,在褶皱发展过程中被新生的轴面构造所置换,而产生新生面理的作用力不断作用下,又可以使早期完整褶皱与岩石一起拉断形成石香肠构造。因此,构造置换主要表现在面理置换和褶皱的石香肠化两个方面。

2.1 面理置换

面理置换程度与岩性强度和变形强度有关。通常可以产生不只一次的面理置换,如新生的第 1 期褶轴面 S_1 置换原始沉积层理 S_0 ,第 2 期褶轴面 S_2 置换 S_1 、 S_0 ,或 S_3 置换 S_2 、 S_1 和 S_0 。但置换作用最强的往往是 S_1 对 S_0 的置换。

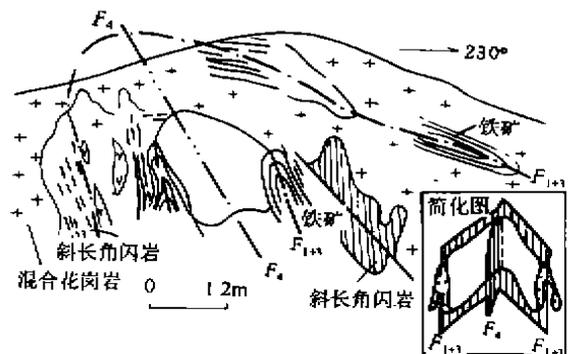


图3 本溪北台铁矿区内 F_4 与 F_1 、 F_3 的叠加

鞍山群岩石面理置换特征主要表现为,新生的构造面理,即第 1 期褶轴面面理 S_1 ,在整个岩石中均广泛发育,构成透入性面构造。区内从宏观到微观所见到的显著面理皆为此类。除铁矿层外已见不到原始沉积层理

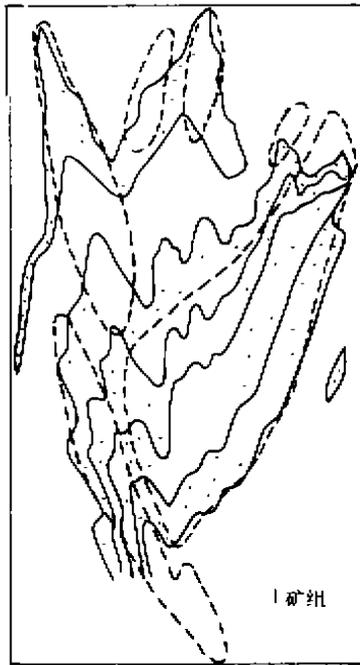


图4 本文一与前一--对浑江板石沟铁矿
I 矿组所圈定的矿体形态

S_0 。在铁矿层的褶皱转折端部位,可以见到两种相交面理,一种为新生的轴面构造(以矿物定向形式表现出来),另一种为铁矿中的硅铁条带面(由不同成分岩石而显示的不同颜色条带表现出来)。在褶皱翼部,两种面理平行排列,即 S_0 被 S_1 所置换(见图 1b)。在其他岩石中,因没有明显原始沉积标志被保留,所以很难见到残留的原始沉积层理 S_0 和以 S_0 为形面的褶皱。

新生的构造面理 S_1 ,在岩性不同的岩石中,表现形式也不尽相同。在条带状磁铁石英岩中,表现形式也不尽相同。在条带状磁铁石英岩中,除在褶皱转折端部位表现为矿物的定向面理与硅铁条带面相交外,其他部位均表现为定向矿物与条带面方向一致。但与原始沉积条带 S_0 不同的是,该面理不仅发生了重新定位,而且在变形变质作用下,矿物成份也发生程度不同的分异作用和重结晶作用,使条带面更加清楚。这可以从转折端部位 S_1 强发育和 S_0 弱发育得到证实。在斜长角闪岩

中, S_1 面理是由角闪石、黑云母、斜长石及石英等矿物定向排列和分异的硅质条带(或条纹)表现出来。在花岗质岩石中,则为石英、长石、黑云母等矿物的定向排列而构成的片麻理。过去很多人将这种新生构造面理 S_1 ,误认为原始沉积层理,结果造成了地层划分、构造格架的建立及矿体形态的确定等一些主要地质问题上的错误(图 4)。

2.2 褶皱的香肠化

这是构造置换的另一表现形式,它往往发生在强烈的面理置换之后,其作用力不断加强的情况下。因其表现出香肠的外观,而内部岩石又发生强烈褶皱,故名为褶皱的香肠。该置换现象在区内广泛发育。如北台至歪头山近 10 来个铁矿床(点),每个均为褶皱的香肠体,应为原来连续的褶皱,在强烈构造置换下拉断的产物。又如,浑江地区板石沟铁矿,前人将零星出露的铁矿划分为 170 多个矿体,又把多个矿体集中分布的地段划归为 19 个矿组,并把矿体的这种不连续视为原始沉积和断层错断的结果。我们在详细构造变形研究基础上,认识到所有矿组部位,都不是多条矿体的简单集中,而是它们已共同组成了不协调褶皱形态,一些部位虽有拉断,但多数部位均为连续的(图 4),表现出完整的褶皱形态,那些单个板状铁矿体属原来褶皱翼部产物。即所谓的矿组部位是早期褶皱的被拉断的次级褶皱部位,构成工业矿体,而单个矿体是早期褶皱被拉断的翼部部位。需要指出的是,一些强烈构造置换部位已构成小型韧性剪切带形式。

3 构造变形对铁矿床的控制

本区鞍山群以多期强烈褶皱变形和强烈构造置换两种构造变形为主要特点,决定了其间的铁矿也主要受这两种构造形式的控制关系。

3.1 多期褶皱对铁矿的控制

主要表现在褶皱使铁矿层重复变厚变富

和褶皱作用使矿层产状发生变化。

铁矿的重复变厚变富:在褶皱发育过程中,由于单个褶曲的轴部与翼部应力差的明显差别,促使成矿物质从应力大的翼部向应力小的轴部扩散、迁移,造成轴部矿体加厚和变富。歪头山铁矿就是一个较典型例子。另一方面褶皱的多次重复,使原来不具工业规模的铁矿层形成厚大矿体(图5)。我们在研究过程中曾注意过这种重复加厚的实例,通常褶皱的铁矿床与未褶皱的铁矿床厚度之比为3:1,但多数都超过该比值,因造成铁矿重复的褶皱多为相似式同斜形态。鞍山群铁矿床几乎都是褶皱重复的产物。板石沟铁矿所谓矿组,不是多个矿体简单的集中,而是在原始一、二层沉积铁矿基础上褶皱重复的结果。

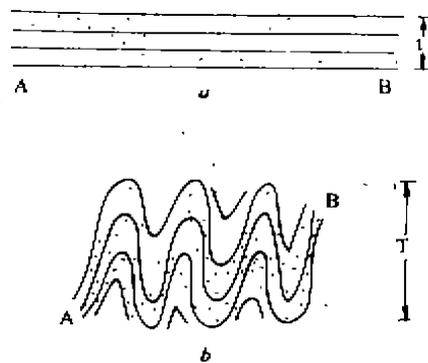


图5 褶皱重复使铁矿层变厚

铁矿层产状的变化:由于多期褶皱叠加,第1期褶皱使单一铁矿层产状发生变化,第2期褶皱又使第1期褶轴面及翼部发生弯曲……,即后期使前期褶皱轴面及两翼岩层发生弯曲。因此在多期褶皱区中的铁矿层产状是很不稳定的。在前期褶皱占主要的控制区,前期褶皱产状占主导,局部受后期褶皱影响发生变化;而在后期褶皱占主要的改造区中,后期褶皱产状占主导,前期褶皱产状不稳定。本溪北台铁矿就是以第1期褶皱占主导的控制区,铁矿总体显示第1期褶皱控制;但局部又受第3期褶皱影响。如地表北东倾的铁矿,

而到深部受第3期褶皱改造,使具同斜褶皱的铁矿层再次发生弯曲,产状变为北西倾。弄清了褶皱的多期叠加规律,在生产、探矿中可以达到事半功倍的效果。

3.2 构造置换对铁矿的控制

3.2.1 构造置换使铁矿体近等间距分布

强烈的构造置换产生广泛分布的新生构造面理,产生大规模的褶皱石香肠块体。因此褶皱的石香肠块体是本区太古宙鞍山群铁矿的另一主要控制特征。由于每个褶皱的石香肠体是在近相等作用力下产生的,所以石香肠体之间的间距,理论上讲应该是大致相等的,这就决定了铁矿体分布上的近等间距性。如北台—歪头山一带有多个铁矿床,它们的间距大致为6km,板石沟铁矿各矿组之间大致相距1km。根据这一分布规律可以较好地预测相邻的盲矿体,指导生产找矿。

3.2.2 构造置换控制铁矿体在褶皱枢纽方向上的尖灭再现

构造置换作用产生新的构造面理,使完整的褶皱拉断,但这种作用力多数情况下,不与主要控矿的褶皱轴垂直,而是斜交。这样不仅使铁矿体在水平上拉断,形成近等间距的铁矿褶皱石香肠体,而且在褶皱的枢纽方向上也拉断,形成枢纽方向上的铁矿尖灭再现。拉断的间距与各地区的构造置换强度有关,也可以从一些小型标志层的拉断来推断。浑江板石沟铁矿区拉断间距与铁矿体的大小近相等。运用这一规律对板石沟铁矿深部做了较好的找矿预测。

4 结论

4.1 鞍山群总体经历了4期褶皱变形。第1期褶皱发育最强,伴生的轴面构造和轴线构造齐全,其分布遍及全区。其余3期褶皱各区发育程度不尽相同,但总趋势为:从早期褶皱到晚期褶皱的演化过程中,明显表现出岩石由塑性向脆性的逐渐变化,褶皱样式从不协

(下转第27页)

等应用研究,取得了一系列可喜成果,这对缩短我国叶蜡石矿应用同国外的差距产生积极的影响。

参考文献

- 1 宋祥铨,毕东. 中国叶蜡石矿产资源, 中国地质, 1988, (8): 12~14.
- 2 陶奎元. 日本叶蜡石矿床地质与矿石工业利用. 火山地质矿产, 1984, (4): 5~8.
- 3 汪灵. 中国东南沿海叶蜡石成矿学及叶蜡石热稳定性研

究. 中国科学院理学博士学位论文, 1994a, 1~72.

- 4 Wang Ling. Genefic types and distribution pattern of pyrophyllite deposits in China. *Geotectonica et Metallogenia*, 1994b, 18(3~4): 115~116.
- 5 Wang Ling. Basic types and mineralization of pyrophyllite deposits of volcanic gas-liquid alteration genesis. *Geotectonica et Metallogenia*, 1994c, 18(3~4): 116~117.
- 6 汪灵. 中国叶蜡石矿矿石类型研究. 建材地质, 1994d, (6): 8~13.

A BRIEF INTRODUCTION OF AGALMATOLITE ORES IN CHINA AND ITS APPLICATION

Wang Lin

In this article, mineral resources and ore types of agalmatolite in China are summed up, and its uses in ten aspects and application situation and new trends are introduced.

Key words: agalmatolite, mineral resources, ore types, application

(上接第 16 页)

调紧闭型向简单等厚开阔型逐渐演变。

4.2 构造置换作用在鞍山群的各分布区都有较好体现。构造置换不仅表现新生构造面理对原始沉积层理的全面置换,还表现在使褶皱的铁矿,拉断形成不同规模的褶皱石香肠体。

4.3 太古宙鞍山群铁矿在多期褶皱变形作用下,铁矿层普遍加厚变富,褶皱重复使不具工业价值的含铁层构成工业矿体,使原来的小矿体变成大矿体。

4.4 构造置换作用是使铁矿拉断的主要原因。铁矿在平面上的近等间距分布和在枢纽

方向上的尖灭再现也是构造置换作用的结果。

参考文献

- 1 张宝华等. 鞍山地区早前寒武纪岩群的构造变形. 长春地质学院学报, 1986, (2): 47~56.
- 2 郑峻庆等. 辽宁省本溪地区北台—歪头山一带太古宙鞍山群主要构造特征及其对铁矿床的控制. 地质找矿论丛, 1986, (3): 20~29.
- 3 单文琅等. 构造变形分析的理论、方法和实践. 中国地质大学出版社, 1991.
- 4 Ramsay J G. *Folding and Fracturing of Rock*. New York: McGraw-Hill, 1967.
- 5 Ramsay J G. and Huber M I. *Modern Structural Geology Vol. 2. Folds and Fractures* academic Press, 1987.

CONTROL OF POLYPHASE FOLDS AND STRUCTURAL TRANSPOSITION

Zhang Baohua, Qu Fenxiang

Polyphase folds and the structural transposition are main deformation characteristics of the Archaean Anshan Group in the northern margin of North China platform, and also are important factors to the shape, scope, occurrence and distribution pattern of Anshan Group iron deposits.

Key words: polyphase fold, structural transposition, ore-control of the structure