

首钢 地质

P5-54
21

1992

1993

1994 年

合计

1992

首钢地质勘探公司

首钢地质

首钢地质勘探公司

1992 年总第 9 期

目 录

[基础地质]

京西北岭向斜东翼侏罗系地层中

原生层理及构造置换现象的发现 卢浩钊(1)

[矿产地质]

冀东变质铁矿环体构造

控矿模式的发现及其地质意义 马国钧(3)

冀东迁安矿区有关几个问题的探讨 李凤月(11)

北京地区地质构造特征及找矿方向 闫明(25)

[技术方法]

深孔绳钻换径用下技术套管与组合钻杆的比较 谭策纵(29)

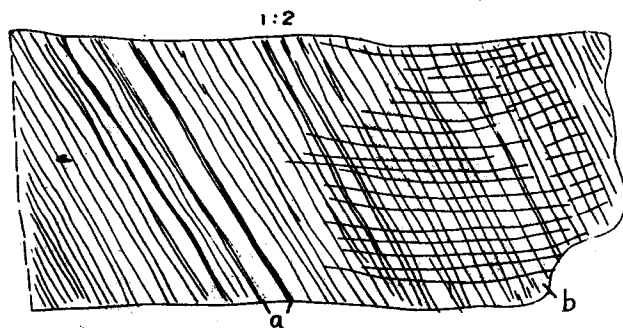
对 XYD—S75C 无簧冲击器冲击功的探讨 施建秋(33)

岩土物理力学指标综合统计程序 蒙象平(39)

京西北岭向斜东翼侏罗系地层中 原生层理及构造置换现象的发现

卢浩钊

发现经过:京西一带村民至今仍有以当地产出的板岩当瓦建房的习惯。今年七月初笔者在房山县周口店北车厂一带工作时无意间在房东建房剩余的“板瓦”上发现有许多平行斜交板理的浅色纹理现象。(图1)据孙正夫同志介绍这类板岩属侏罗系龙门组地层。经仔细观察这些浅色纹理是被板理切割的,且有轻度构造置换的现象。另外在板理面上还可见板理面滑动的轨迹。



手标本素描

a 浅色纹理 b 板理滑动痕迹

图一

岩矿鉴定结果

果如下:该岩石为灰绿色,细粒致密,矿物定向排列,板理面上发育的平行灰白色条纹粗 0.1—1.5mm 比较密集,但间隔不等。板理与浅色纹理面夹角为 53° 。镜下观察矿物呈显微鳞片变晶结构,定向排列。组

成的矿物为绢云母,微鳞片状含量 50—60%,石英,粒径 0.01—0.02mm 含量 40%,黑云母,粒径 0.01—0.02mm,含量 1—2%,另含泥质 3—5%。泥质呈星点状,有的为暗色矿物气化、泥化而成,故该岩石应定名为泥质板岩:

泥质板岩中浅色条纹主要由石英组成,粒径比基质中石英粗 1—2 倍。由石英组成的条纹明显地受到后期定向排列的绢云母石英所体现的板理构造切割而不连续,每一小段方位都有变化(图 2)。在中倍镜下还可发现有些小段成透镜体状,轴向与分割他们的板理一致(图 3)石英条纹在整体上显出舒缓波状。

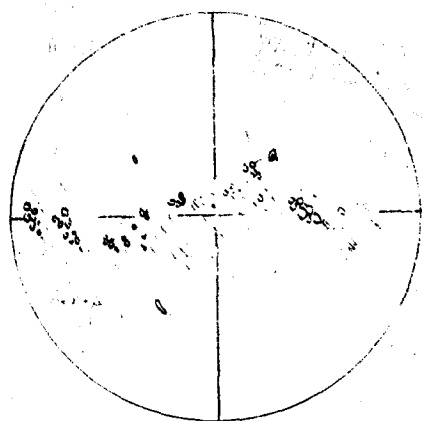
以上情况说明浅色纹理乃一原生层纹构造,后被区域变质变形构造改造。由于变质变形程度浅,故仅显示出构造置换的雏形。

意义:1988年中国地质大学(武汉)北京地质调查大队出版了周口店幅1:50000区域地质调查报告。查该报告对古生代地层构造研究比较深透,但对中生代岩系中的原生层理问题尚未涉及。

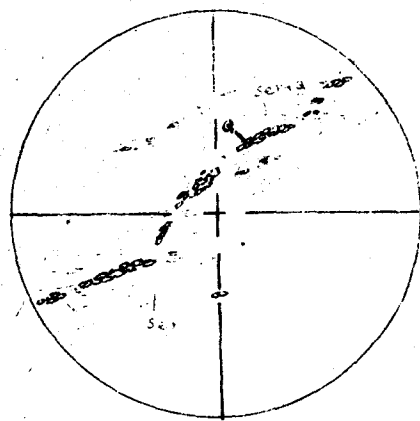
虽然此发现的含浅色纹理的泥质板岩的确切层位和产地纹理的产状、板理的产状等都不清楚,但上述地质现象是不能否认的。这对研究中生代以来的区域变质构造事件提供了重要的线索。

因未作详细调查,只得立此存照,供今后进一步工作时参考。

镜下素描由作者完成其余鉴定由李凤月同志完成特此致谢。



10×2.5



10×6.3

示由石英组成的纹理被后期
绢云母石英板理分割置换的雏形

冀东变质铁矿环体构造

控矿模式的发现及其地质意义

马国钧

近年来,在迁安、密云变质铁矿区和水厂、沙厂铁矿构造研究中,发现并论证了北东向构造之前北西西向构造的存在及其对矿床的控制作用,从矿床采掘资料入手全面恢复了采空区矿体在三维空间的形态变化规律,发现了不同规模和形态的铁矿环形体,通过探采对比和形成机制的研究分析,提出了“环体构造控矿模式”的新构想,预测的迁安矿区和沙厂矿床仍有良好的找矿前景。

一、环体构造控矿模式的来源和发展

(一)矿床构造研究的现状

迁安铁矿是我国前寒武纪变质铁矿的重要基地之一,许多学者进行了大量研究,其中地质构造研究占相当重要地位。在大地构造成矿理论研究方面,以传统的槽台学占统治地位,有各种穹窿或隆起学说,铁矿集中在古陆核边缘褶皱带中,板块学说认为铁矿在向斜中高度集中。在变形成矿作用研究方面,有的认为矿体的加厚和集中主要受“重褶向斜”的控制,有的提出“回曲构造”或“多次交迭复合褶皱构造”,也有南北向褶皱同步控矿观点。在矿床成矿构造模式研究中,总体构造模式以“两向一背”贯穿全区占主导地位,各个矿床产于更次一级的向斜之中。

在所有这些研究中,几乎无一例外地都是强调了南北向构造的主要控矿作用,尽管普遍承认此前也有东西向构造,但均认为对成矿无足轻重。矿体形态研究仅局限于地表平面和横剖面二度空间,纵剖面的研究极度粗糙,实际上是项空白。未能将应力、变形、变质、成矿等地质事件有机地联系起来。

多次交迭复合褶皱观点可以说是环体构造模式的来源之一。它的特点在于考虑到多变的应力场,比较接近于太古界复杂的变形成矿作用特征。但是,研究中仅仅简单地从褶皱轴的交迭确定构造期次,难免使问题复杂化,其实在同一应力作用下,完全可能同时形几种不同方向的褶皱构造。

(二)环体构造研究的三个发展阶段

1. 萌芽阶段(古经纬构造体系阶段)。由迁安东、西矿带转折扬起端对称性的发现引起对早期北西西向古构造控矿作用的兴趣和重视,并不断有所发现,建立了古经纬构造体系的宏

观概念,以《迁安铁矿区及外围成矿区划研究报告》(1982)为代表。

2. 发展阶段(应力场—构造形变—变质作用三位一体阶段)。在《北京密怀地区变质铁矿产矿区划研究》(1986)中,指出不同群组之间的内在联系和相同群组内部的差异,反映北西西向和北东向两期交叉方位的应力场、构造形变、变质作用的迭加形成纵横交错的格局,建议整个隆起区统称“潮白河群”,建立了新的地层、构造、变质相划分方案。

3. 矿床应用研究阶段(三维立体模型阶段)。在上述宏观地质研究基础上,先后对水厂、沙厂、裴庄、柳河峪等矿床进行构造研究,从实际采掘资料入手,恢复采空区三维空间的矿体形态,并推广到勘探区段,通过形成机制分析,建立了环体构造模型,预测具有远景的成矿地段,直至勘查验证。

(三)环体构造模式认识的主要组成部分

1. 早期北西西向古纬向构造的控矿作用。

认为华北地台北缘的近东西向麻粒岩相带,即是这期应力—构造—地质热事件的产物,铁矿近南北向陡倾斜的产出只是后期改造、再造的结果。主要证据可简要列举如下:

(1)冷口大断裂控制着山海关古陆的构造发展历史,是早期古陆基底构造的继承和发展。

(2)迁安矿区北矿区东、西矿带的每个扬起端具有相应的对称性。

(3)密怀隆起沿北西西向不同岩系之间有许多共性:同位素年龄接近一致,隆起北缘具有相似的浅粒岩组合,南缘常见辉石退变残留,岩石初熔状态的温压条件相同,基底埋深具有南浅北深的等厚性等。

(4)地面磁异常显示在北东向磁异常带中,局部高值异常呈北西西向线性排列。不同铁矿层的剩磁特征具明显差异:平行矿体当其剩磁方位角相同时,剩磁倾角各异;当不同矿体剩磁倾角相同时,却具有多组剩磁方位。

(5)两组近于垂直的构造迹线共存现象。如轴面相互垂直的褶曲共存、相互垂直的条带状构造共存、两组褶皱矿体的包容构造、与矿体走向平行的次级褶曲轴的多变性等。

(6)沿北西西方向矿体具有陡倾、褶皱、水平等不同形态和产状的连续配套现象。小者见之于采坑中,大者可以解释密怀隆起不同群组的构造演变。

(7)微观上可在镜下磁铁石英岩浅色条带或暗色条带中发现石英的消光影及其矿物颗粒的长轴方向与条带垂直。

(8)根据采场地质资料编制的纵剖面图显示平卧的褶皱构造和椭圆形构造普遍发育。

2. 应力对地质事件的导向作用。

认为变质带(包括变质相)、褶皱和断裂(包括韧性剪切带)都是应力作用下线性构造的

不同形式产物。褶皱轴面的交迭不是确定构造期次的唯一标志,即使在同一应力场作用下,由于受变形物质的物理化学特性等内因和应力不均一性及地貌环境复杂程度等外因的种种差异,其褶皱构造的轴面也可能同时出现几种不同方向或复杂变形。诚然,褶皱构造因其力学性质也会形成特定的组合,具有不同的规模和级别。

不同期次的变质作用其变质相、带也是与相应期次的应力场息息相关的,两者之间同样可能是可能交叉迭加的,而且由于具体的地质条件不同,进变质作用和退变质作用可以交替发生。在这里,“沉积层”已经转化为“变质层”,当然磁铁石英岩的条带状构造也就并非能继承“原始沉积层理”了。成岩实验表明重熔状态下可形成黑白相间的条带状构造。在条带状磁铁石英中,沿着斜交的裂隙同样的矿物成份重新定向排列,形成脉体状条带状磁铁石英岩,这在采场中可见到,在显微镜下也能见到。随着构造应力和构造环境的不同,条纹一条带状、条纹状、片麻一条带状、片麻一条纹状、片麻状等各种矿石构造类型则应运而生。

3. 地球早期历史演化的个性和多元性

地球早期,地壳的高热流值、岩石的塑性状态、频繁的构造活动和复杂的形变是其主要特色,以致太古界结晶基底都呈穹窿状。因此,我们很难用现成的理论来解释地球早期历史演化,影响地质历史演变因素是多元化的,也是不会简单再重复的,显然用一种理论解释地质历史演变的全过程是不现实的。立足于三维空间,考虑多变的应力场,多方位的褶皱构造组合和韧性剪切作用,集应力、形变、变质、成矿等作用为一体,是环体构造的主要思路。正是多因素、多模式的并存才能再现这一地质时代的复杂构造景观。

二、环体构造模式的建立及形成机制

(一)矿床探采对比研究

环体构造模式的总体构想是在水厂矿床进行详细的探采对比研究后逐步形成的。

传统观点多认为太古代变质矿是层状、似层状,相对稳定。实际在勘探中矿体变化很大,两个紧挨着的钻孔一个见到很厚的矿层,而另一个突然不见或变很薄,此时往往用“断层”或“尖灭”来解释。在矿山开采中,实际见矿情况与勘探资料也出入甚大,储量往往减少。旨在研究矿体形态规模的探采对比工作迫在眉睫。

通过探采对比研究对采空区矿体复原形态和勘探阶段矿体预测形态的比较,我们惊奇地发现矿体形态变化异常明显,显示了矿体变化的内涵,从而受到启迪。其主要差异有平台与钻孔见矿位置不吻合,矿体沿倾向不连续,沿层面不平直,褶皱形态复杂,矿层分枝复合复杂,矿层相邻剖面对应性差、透镜状矿体发育、向斜构造模式不复存在、矿体呈现环形体、似环形体、球体等独特形体。

(二) 环体构造模型与特征

本文所称“环体构造”即不同于构造地质学中常用的“环形构造”或“园形构造”，也不同于“穹窿构造”或“卵形构造”，更不是“箭鞘褶皱”的一个品种，同时还有别于向斜构造或背斜构造。它主要是反映太古界变质铁矿的一种矿床构造模型。“环体构造”立足于突出三维空间的立体观念、多层圈的内部结构、空心环圈和实心环体两种类型或它们的结合体，反映地质体(铁矿)封闭型或半封闭型层圈的多种形态类型及重迭变形特征。当剪切应力发育和强烈时，环体构造的各个组成部分则可以进一步透镜体化，环体构造形象受到影响。

环体构造的宏观特征很难直接收入眼帘，但小型和微型的环体构造特征还可以察觉的。例如在铁炉山矿体西侧开采面上，由铁矿构成的平卧椭圆状环圈见乎有一个小山包大小，中间包裹着混合花岗岩。在小西山矿体中环体的直径可达5~6米。小的环体有十来公分，或呈不规则环形，或呈园饼状，甚至在微观上也不例外。至于透镜状构造就更比比皆是了。

环体构造总体呈北东—南西延伸的平卧梭状体，一般由“层圈”和“内核”构成。层圈有单层和多层之别，其褶皱宽缓，顶薄底厚，侧壁多为透镜体或片状体，断裂发育。内核为复杂紧密褶皱群，形态各异，主要有似园环形、实心园形、倾竖椭圆形、平卧半椭圆形、亚铃状、脸谱状等，在内核的核心部位多为园球形环体。单一环体构造可以看成是一个轴截面为菱形的八面体的内切椭球体，多个环体的聚合则可以看成多个八面体的组合并堆成为一个更大的菱形状的八面体，它们在平面、纵剖面、横剖面等不同方向的二维空间上受到两组剪切应力的制约，在三维空间上这些应力剪切面为八面体的面。

(三) 环体构造形成机制初探

环体构造是多期、多方位褶皱作用和多应力场的多次剪切作用在三维空间互相迭加综合产物，形成斜列、错落的排列格架，其形成与特定的大地构造位置和区域构造条件有关，至少经历了三次与主应力方向不同的应力作用。

地球早期太古宙岩系处于较高的热流值条件下，岩石处于高温高压环境下易变成高韧性体。当其受到应力作用时，易发生类似粘稠流体那样的流动变形，从而形成复杂多变的柔流褶皱，不同方向应力的多次迭加则形成封闭或半封闭的环体构造。在塑性变形阶段，韧性剪切作用和柔流褶皱几乎是不可截然分开的，韧性剪切作用可以将一个塑性体分割成若干小的透镜体，由于在剪切应力下塑性物质会产生旋转运动，从而形成新的次级环体构造。

这里不妨应用应变椭球原理对环体构造进行应力分析。环体最大的水平切面、横剖面 and 纵剖面基本上是三个互相垂直的平面，所得到的是二维应变椭圆，鉴于地质上二维变形比较多见和重要，无疑对二维变形几何特征的认识将有助于对三维应变的了解，以水厂北山环体为例，水平断面多代表环体构造的最大主应力面，较多地反映了第一期主应力方向以近水平

的北西西—南东东为主,产生北东和北北东向水平剪切应力并形成一系列复杂褶皱,表明古华北地台北缘的特定构造条件,有可能发生区域性(乃至全球性)大规模北西西—南东东向走向滑动变形,为矿床提供了主应力的动力来源。

随着上述地质事件的继续发展,力学性质在断裂复活过程中可以发生周期性的变化,出现岩浆底辟作用,主应力以垂直升降运动为主。在本区则表现为迁安隆起的发生、发展,大规模的麻粒岩相区域变质作用以及紫苏花岗岩的侵入作用。在环体构造中等主应力面—纵断面向上较多地反映出第二期产生北北东—南南西向低角度(15° 左右)剪切应力,形成一系列轴向北西西的平卧褶皱。

继地壳热流值的逐渐降低,迁安隆起的形成和发展之后,主应力转换为低角度(约 15° 左右)的西西—南东东向,产生一系列近于垂直的剪切应力和陡倾斜的褶皱。与此同时,出现区域上角闪岩相变质作用。

当然,地壳岩石是一种各向异性的非均匀物质,其应力—应变关系极其复杂。欲根据应力作用的最终产物,即根据应力引起的所有变形的总和来确定应力的变化历史,这实际上往往是很难的。上述分析只能是一种尝试。

三、矿床实例及成矿预测

(一)水厂铁矿床

水厂铁矿床主要由北山、南山和隐伏的姑子山三个主要矿体组成,达峪沟矿体、小西山矿体和 W_2 矿体、铁炉山矿体事实上只是北山矿体和南山矿体的组成部分。

1973 年以来,水厂矿床一直按向斜模式划分“三向两背”,即北山向斜居中,东侧为旧水厂背斜和南山向斜,西侧为达峪沟背斜和姑子山向斜。1982 年以后,又将南山矿体与姑子山矿体视为同一层,建立了“统一大向斜”模式。

笔者认为,南山向斜是一个受到东西向断裂切割的不完整的向斜,其南东翼已经缺失。东西向断裂 F_{30} 将一部份北东向断裂混为一体,应将其分开,使得南山向斜的东翼有了新的容矿空间。铁炉山矿体为复杂紧密褶皱群,与厚层舒缓褶皱的南山“鱼头矿”不是同一层位。原统一大向斜槽部矿体的图面产状与实测中轴夹角不相吻合。在南山地段,以 0 线 CK0—3、CK—7 钻孔为例,实测中轴夹角为 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间,图面表示的在 CK0—3 孔为 $20^{\circ}\sim 35^{\circ}$,在 CK0—75 孔为 $65^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。在姑子山地段,矿体的中轴夹角应是向南东陡倾斜,而不可能是图面显示的 $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 中轴夹角。因此,两翼矿体是不能连为一体构成统一大向斜的。

地面磁异常也显示北山、南山、姑子山三个独立磁异常,它们与孟家沟矿体及磨石庵异常形成一个菱形排列,各自规模大体相当的四个环体构造模式。

— 为了验证这一构想,今年在0号线施工了两个钻孔,一个置于向斜转折端部,左右相邻两孔相距130M均见到近200米的矿层。钻孔施工后仅见到两层薄层铁矿,确实证明该处矿体不连,为姑子山环体和南山环体的构想提供了有力证据。另一个孔位于CK0-3和CK0-7之间,由于受到F30东西向断裂的影响未能达到预想目的。后又在N200线追加了一个钻孔,探索铁炉山矿体的下部层圈矿,经验证在-200M至-300M标高又见到一层80M厚的矿体,达到预期效果。至此南山环体构造模式初步有了眉目。但是,南山环体到S200线因受到东西向断裂的破坏只保存了很少的边缘部分,在S200和S400线所见的矿体已不是南山矿体的南延部分,而是由西侧推移来的另外一个环体,按照勘查资料分析,其深部还可能新的盲矿体存在。

根据西矿带北段环体构造模式分析,目前所勘查的姑子山矿体只是姑子山环体构造的上部层圈东侧矿体,其内核和下圈可能赋存更丰富的铁矿,然而埋藏太深,现阶段尚无勘探价值,磨石庵环体亦是如此。南山环体的南延部份推断可能位于孟家沟环体的下方偏西处。由于孟家沟环体的下部层圈矿均出露在0米标高以上,未来对其下方尚有勘查可能。

从整个迁安矿区看,北矿区矿体展布和磁异常特征呈纵向拉长的“X”形,主应力方向为北西西—南东东,东西矿带在蔡园附近汇合成弧形转折,可以认为是矿区内更大一极环体构造的南半部分。南矿区则呈压扁的“X”形,主应力近南北向,护国寺—耗子沟—松汀—塔山—木厂口—脑峪门—杏山构成了向南东东突出弧形矿带,同样可以认为是更大一极的环体构造的东半部分。

(二)沙厂铁矿床

沙厂铁矿体平面展布呈“W”形,自东向西分别为I、II、III、IV中矿带,总共由五十多条矿体组成,厚度变化较大,北端相对集中。I、III矿带长1000~1500米,地表厚度1~6米,走向北东10°~30°,近于直立,是本区主要工业矿体。

五十年代就提出向斜构造认识,经勘探后反被认为是单斜构造,在七十年代进一步工作中被再一次确认为向斜构造。

最近经重新研究后,认为沙厂的扇形向斜构造模式与区域性的紧密线性褶皱不协调,而且向斜槽部矿体在4~10线的开阔部位厚大矿体并不在中央位置,而是偏向一侧,沿走向在不同的横剖向上右方摆动。同时,据60个钻孔上千个岩矿心中轴夹角数据查核在向斜槽部钻孔中岩矿心的中轴夹角往往是陡倾斜的,与原图中向斜底部近水平的产状并不吻合。所谓沙厂向斜转折端只是一种假象,I、III矿带在此处并未形成转折,而是断层接触。

实际开采结果还表明,沙厂向斜中心的小向斜并不存在,转折端部的向斜特征并不明显。矿体常常透镜体化,沿倾向不连续。I号矿体显示了由透镜体复合构成环体模型。

鉴此,建立了沙厂环体构造模式,初步确立Ⅰ、Ⅱ矿带各自为一环体构造,原向斜槽部的矿体则构成中央隐伏体。它们均属于二级环体。可能上方还有一环体遭到剥蚀,这样就构成一个更大的一级铁山头环体。每个二级体还可类推由三级环体或更次级的环体构成。

根据环体构造模式,预测在采场范围内,已知矿体的下部还有隐伏盲矿体存在的可能。根据各矿体磁化强度矢量正演计算,在12、13剖面上也确实存在剩余异常。

经钻探验证,在12线施工的两个钻孔基本与设计相符,验证结果表明原向斜的东翼向东位移并加深。在原向斜的西翼,原有矿地段并未全见矿,原无矿地段却有矿,而且见矿位置提前,出矿位置加深。矿体埋深加大,初具环体构造模型,只是深部还缺少工程控制。在13线也施工了两个钻孔,东翼1号孔证明矿体加深变陡,与12号线相应部位大体对应。3号孔主要意图是控制中央隐伏环体,但未按预想见矿,打到461米尚未见到主矿体,因涌水严重而被迫停止钻进。分析有两种可能,一是12号线的中央隐伏环体到此尖灭,二是铁山头环体压扁强烈,中央隐伏环体为单层圈环体。

由于施工条件限制,有的设计钻孔未能施工,遗留问题有待今后继续工作。

要根据环体构造模式和矿体赋存规律,结合矿床勘探和研究程度,可将沙厂铁矿床分为三个不同级别的找矿预测区。环体构造的级别愈高,模糊程度也越高,预测区的级别也就愈低。因此一极找矿预测区主要寻找三极环体构造控制的矿体,目前选在开采区的下部。二级找矿预测区,将勘查10线以南的中央隐伏环体构造控制的矿体和Ⅰ、Ⅱ号矿带环体的南延情况。三级找矿预测区,是指Ⅰ、Ⅱ矿带构造的沙厂环体构造及其矿体。

四、环体构造研究的地质意义

环体构造研究向人们揭示了太古界变质铁矿成规律的新奥秘,研究表明水厂、沙厂两矿床都具有环体构造的基本特征,在区内其他矿床也有类似特点。鞍本地区八十年代以来也陆续发现弧形构造和环状构造,认为挤压线型褶皱发育,以较大闭合椭圆形或变形虫形为主要特征。山西、山东的太古界变质铁矿区也有此类型环形构造显示。这一切又和世界性的太古界变质岩系的卵形分布规律息息相关,甚至在电子显微镜下也可以看到磁铁矿颗粒的同心园状或似同心园状的结构构造。这些都是值得我们深思和探索的问题,或许可以从中受到启迪,总结出太古宙地壳构造演化的自身规律。

从环体构造形成机制分析结果,初步揭示了新的构造演化线索,即太古代时期的应力场是水平应力和垂直应力相互交替发生的,剪切应变带由水平运动逐渐经过低角度过渡到高角度,乃至垂直运动。花岗岩的侵入或底辟作用在太古代中期即已开始发生,一直延续到长城纪发后,可见隆起的形成经历了一个十分缓慢的过程。

冀东矿带原始的构造环境是北西西向,但长期以来又处于北东向的剪切应力带之中。这

可能正是造成目前所勘探的铁矿仍以陡倾斜的褶皱矿层为主,尚未能证实古华北陆台高级变质岩区代表上壳岩的铁矿层及其围岩的形成与国外某些地区近于水平的构造片体或层状火成岩侵入了的类似构造片体的存在有关的主要原因,由此,我们也可以认真思考华北地台北缘铁矿展布格局的总体规律。

环体构造模式拓展了人们的找矿思路,一方面可以扩大找矿远景,另方面也可更加深刻认识矿体赋存状态,从不同角度取得地质经济效益。通过对水厂南山矿体的再认识,在 N400~S400 的 800 米范围内预测的矿体远景储量几乎接近原来的总储量,具显著的储量增长效益。沙厂矿床按新模式总体储量也将会有所增长,但是由于透镜体化的影响,在开采区同等范围储量相对会减少。然而,一旦完全证实后,则可避免意想不到的损失和被动,仍然具有很大的潜在地质效益。

环体构造所显示的矿体形态既然如此复杂,必然会给矿床的地质勘探方法和储量计算方法带来新的研究课题。对于深部矿产开发利用的地质经济评价问题同样需要重新研究

(参考文献从略)

迁安矿区太古代地质有关几个问题的探讨

李凤月

一、地质概况:

迁安矿区出露的变质层状岩系,为太古代迁西群三屯营组。是我国已知最古老的变质岩系。它经受了多期变质变形,混合岩化作用和岩浆作用的深刻影响,使区内地质构造十分复杂,扰乱了变质地层的正常层序。

对冀东迁安一带的地层层序划分,过去多沿用沉积地层的原理和方法进行研究,先后虽有 30 多个地层划分对比方案问世,但是始终没有一致的认识。截止目前,在理论观点上或研究方法上,仍然存在较大的差异。

八十年代公司普查队所编两万分之一地质图中把迁安矿区的三屯营组地层划分为四大层或称四个岩性段,(即 Ars^1 、 Ars^2 、 Ars^3 、 Ars^4),我们一直沿用分层方案在矿区各铁床范围内进行的大比例尺地质测量和探矿工程验证,认为该分类方案在北区基本符合该区变质岩层产出特征。但南区杏山—黄柏峪一带的太古代地层,自 1983 年该江博明首次报导了迁安曹庄一带的斜长角闪岩 Sm—Nd 等时线年龄为 3.5Ga,尔后相继又有黄宣、乔广生等人对曹庄—黄柏峪一带的斜长角闪岩及黑云斜长片麻岩测定的 Sm—Nd 等时线年龄大于 3.5Ga 或近似于 3.5Ga。最近刘敦一、伍家善在黄柏峪村北的铬云母石英片岩中选出的碎屑锆石,利用 $^{207}Pb/^{206}Pb$ 法获一批 3.65~3.72Ga 的年龄值。同时还测定了与铬云母石英片岩等变质沉积岩呈互层或间层的斜长角闪岩 Sm—Nd 等时线年龄为 3.5Ga。因此,对迁安南区的太古代地层层序应于重新考虑是必要的,且具有现实意义。

在矿区大部分地段发现了富铝岩石的分布,南区比北区分布广泛丰富。有的地段(如水厂北山、姑子山、羊崖山、柳河峪等)发现的富铝岩石,其层位、岩石组合、矿物组合以及组构均基本相同。该类岩石均赋存在矿区上部地层之中,原岩为正常沉积的粘土岩或粘土质粉砂岩。层位稳定、厚度小、成层性好、分布普遍对确定旋回层次富有标志性意义。因此,对该层的研究是对本区进一步详细划分地层层序和确立含铁层位是至关重要的。基于这种情况,开展对本区地层层序的详细划分和含铁层位的确立可以提供最直接的依据。

笔者在 92 年对此项工作进行了分析研究,查阅并分析研究了本区有关的科研报告和矿区各主要铁矿床的地质报告,观察了迁安矿区主要铁床及系统剖面的薄片 2000 余片,补做了一些测试样品等。通过复查鉴定薄片及分析研究成果资料,取得一些新的地质认识。叙述如下:

二、曹庄岩系的确立:

曹庄岩系主要分布在迁安南区的杏山、黄柏峪、脑峪门东山等地。过去我们把这一地区的层状变质岩划归为上部地层(Ars¹),现在通过大量同位素年龄资料及对该区综合研究分析认为,迁安南区曹庄岩系的地层层序应予重新考虑。据伍家善、刘敦一等人最新资料[1](1991),在黄柏峪村北的铬云母石英岩中选出的碎屑锆石采用 $207\text{Pb}/206\text{Pb}$ 比值,获得一批 $3.65\sim 3.72\text{Ga}$ 的年值。截至目前为止迁安黄柏峪地区的古老岩石作为我国早太古代代表壳岩的唯一代表。这一事实已得到国内外大多数地质学家所承认。回顾曹庄—黄柏峪一带地区发现大于 3.5Ga 古老岩系经历了发现、否定、再发现和肯定的多次反复的过程。归纳起来,大致经历了三个阶段:

第一阶段、(1974~1983)可称探索阶段:七十年代初至中晚期,国内开展了前寒武纪风化淋滤型富铁矿的研究高潮,对前寒武纪地质的研究大大加强。在同位素年龄测试技术和方法上有了一定的发展,建立了 Rb—Sr 实验室,已有条件对古老年龄的研究。1974 年,地科院地力所首先在迁西、遵化等地原称迁西群的分布区采集了一批样品,与该院地质所同位素室合作,进行了 Rb—Sr 法全岩等时线测定,首次获得了 3.48Ga 年龄值。尔后,中科院地质所在迁西太平寨地区的迁西群上川组岩石中采样,进行了 Rb—Sr 年龄测定,报导了 $3.67\pm 0.26\text{Ga}$ 的测定结果[1],引起了国内外地质界的极大关注。1979 年钟富道和 CompRton 等对在太平寨地区的迁西群上川组岩石中采样,进行了系统的 Rb+Sr 全岩等时线年龄测定,得出该等时线年不会老于 2.7Ga 的结论。在 1980 年以后相继有刘敦一、孙家树、江博明、张宗清等报导了迁西太平寨—郭家沟在区迁西群上川组岩石的 Sm—Nd 和 Rb—Sr 等时线年龄值分别为 $2840\pm 130\text{Ma}$,为 $2840\pm 70\text{Ma}$ 。他们认为该区大量的 25 亿年左右的年龄是麻粒岩相变质作用的时间,也是原岩侵位的时间。因此,迁西太平寨至三屯营一带麻粒岩的原岩年龄不可能大于 3.0Ga 。

第二阶段、(1983—1987),这一阶段前后许多地质学家在冀东地区做了许多深入细致的工作,白益良、李志中提出迁安—黄柏峪一带为冀东地区最古老岩层、并新建了曹庄群,为古老地体研究做了地区和地质前提。同时,国内 Sm—Nd 和 $\text{Ar}^{40}-\text{Ar}^{39}$ 、U—Pb 超纯实验室相继建立,国内外合作进一步加强。中外学者开始把视线集中于迁安曹庄—黄柏峪地区。1983 年在国际早前寒武纪地壳演化讨论会上,江博明首次报导了迁安曹庄一带斜长角闪岩的 Sm—Nd 等时线年龄为 3.5Ga 。尔后,黄莹、乔广生(1986)江博明(1987)对曹庄—黄柏峪一带的斜长角闪岩和黑云母斜长片麻岩进行了研究,提出 Sm—Nd 同位素年龄可以代表这套表壳岩形成的年龄,也可能代表最早一期变质作用的年龄,通过各单位许多同位素地质学家的系统研究,所测结果基本一致,重现性好,说明数据可靠。因此目前把迁安黄柏峪地区的古

老岩石作为我国早太古代代表壳岩的唯一代表。这一事实已得到国内外大多数学者承认。

第三阶段、(1987—现在),主要是在以往工作的基础上进行深入研究的时期。刘敦一等对曹庄—黄柏峪地区的英云闪长岩做了许多单颗粒锆石蒸发法 Pb^{207}/Pb^{206} 年龄的研究,获得了 3.3Ga 的数据,表明本区存在着最老的英云闪长岩。最近,刘敦一、伍家善在迁安黄柏村北的铬云母石英片岩中选出的碎屑锆石用逐层蒸发法在质谱计上直接测定的锆石 Pb^{207}/Pb^{206} 比值,获得年龄值为 3.65~3.72Ga。同时还测定了与铬云母石英片岩呈间层或互层状产出的斜长角闪岩,获得了 3.5Ga 的 Sm—Nd 等时线年龄因此,我们可以推断这套变质表壳岩的生成应在 3.5~3.6Ga 期间。这些碎屑锆石属岩浆锆石,说明这套岩系沉积以前,曾存在一个提供蚀源区的硅铝壳。

三、迁安南区曹庄岩系的原岩建造及成因:

迁安南区曹庄岩系,为一套具有完整火山旋回特点的火山沉积岩建造。

从野外产状看,本区出露的主要岩石类型为斜长角闪岩、各类片麻岩、磁铁石英岩、石英片岩、大理岩主要呈层状、似层状产出、宏观上最大特点是上述岩石在纵向分布上均显示明显的韵律性特征,即从镁铁质斜长角闪岩→长英质片麻岩→磁铁石英岩→富铝片麻岩及石英片岩、大理岩等,具有很好的旋回特点。对上述旋回中某一部分的特征岩石做为研究的基础单位,进行组合划分,曹庄岩系大致划分为四套变质岩组合。

3-1 斜长角闪岩及辉石斜长角闪岩组合:

该岩石组合在曹庄—杏山、黄柏峪、护国寺一带产出,或在灰色片麻岩中、晚太古代花岗岩中以包体形式产出。这类岩石多为暗黑色、灰黑色,以块状构造为主、少量为弱片麻状构造。多为中细粒等粒状结构(见照片 B8250)。主要矿物由角闪石+斜长石+辉石(主要为次透辉石)组成。付矿物含少量磷灰石磁铁矿。角闪石绿色半自形晶、消光角 $C \wedge Ng = 20^\circ$ 。含量 40~50%。斜长石多为板状半自形晶,晶体表面常帘石化和绢云母化 $An = 25 \sim 50\%$,蚀变的斜长石晶体长石号码降低,一般为中基性斜长石,含量 40~60%。南区斜长角闪岩在成分上和组构上存在一定差异,有的斜长角闪岩 SiO_2 含量较高($>52\%$),含一定量的石英,个别斜长角闪岩中还含有少量的方解石。这类斜长角闪岩往往呈条带状与变质沉积岩(石英岩、钙硅酸盐岩)共生(黄柏峪北山),推断其原岩为基性火山凝灰岩。具变余辉绿结构块状的斜长角闪岩表明它们的原岩可能为基性熔岩。从表—1 岩石化学成分及图解 TiO_2 —F 与 MnO — TiO_2 图解(据米斯拉 1971)看,亦表明了斜长角闪岩为一种火山碎屑沉积岩,另一种为火山熔岩。本区基性火山岩主要为拉班玄武岩系列过渡到钙碱性玄武岩演化趋势。

3-2 黑云斜长片麻岩、石榴黑云斜长片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩组合:

该岩石组合位于组合(1)之上部,构成了大的火山旋回的上部。其中又包含了许多斜长

角闪岩等,该岩石组合化学成分特点,在几种原岩恢复图解表明各类片麻岩原岩为安山质—英安质火山凝灰岩。

3-3 镁铁闪石磁铁石英岩、二辉磁铁石英岩及阳起(透闪)磁铁石英岩组合:

该岩石组合位于组合(I)之上部。该岩石主要分布于杏山及黄柏峪村北部。岩石具条带条纹状构造,反映了原始沉积时硅、铁质成分的频繁变化特点,即相当于变余层理构造。代表了火山喷发作用之间的硅铁沉积。

3-4 大理岩、石英片岩及富铝片麻岩组合:

该岩石组合主要分布于杏山、脑峪门东山、黄柏峪村北等地,主要位于磁铁石英岩之上部,层位稳定、成层性较好。组成该岩石组合的主要岩石类型有磁铁尖晶大理岩、金云杆榄大理岩、含透闪尖晶金云大理岩、角闪金云大理岩。矽线云母石英片岩、铬云母石英片岩、矽线堇青石榴紫苏黑云斜长片麻岩、矽线石榴黑云碱长片麻岩等(见照片 Ps05、B15、8701-2),这些岩石与磁铁石英岩紧密伴生,在分布层序上由矽线石榴堇青黑云碱长(斜长)片麻岩等富铝片麻岩→矽线云母石英片岩等石英片岩→大理岩,呈现明显的规律性分布。从这一组合的分布层位岩石的矿物组成及变余组构特点看,其原岩应属正常沉积的碎屑岩和碳酸盐建造。

综上,南区含铁变质岩系的岩石组合,原岩建造为一套玄武质火山质碎屑(熔)岩→安山质、英安质火山凝灰岩→硅铁质沉积岩建造,最上部为一套正常沉积的沉积岩建造,具备了完整的火山—沉积旋回特点。

四、迁安矿区太古代含铁变质岩系的变质作用为低压麻粒岩相的变质:

世界上各太古代高级区大多数属低压麻粒岩相。而低压麻粒岩相的典型代表是泥质成分的堇青石—矽线石组合。我国华北地台北缘的太古代麻粒岩相带也与世界大多数太古代麻粒岩相地体一样属低压麻粒岩相。但迄今许多研究者认为华北地台麻粒岩相带属中压相系,其主要论据之一是石榴石普遍发育而无堇青石(张儒瑗 1981、崔文元 1982、金文山 1984)。据闫月华(1991)[4]文章,自 1980 年以来她在冀东、内蒙、晋北和辽吉地区麻粒岩进行的研究,在整个麻粒岩相带,从西到东凡有高铝变质沉积岩出露的地方都找到了含堇青石—矽线石组合。还找到了含堇青石—矽线石的石英片岩、S 型花岗岩。下面对华北地台北缘一些关于堇青石—矽线石组合的麻粒岩、在岩相学、岩石化学和矿物化学以及变质作用进行探讨、以期共识。

4-1 分布与产状

华北地台麻粒岩相带的堇青石—矽线石组合分别赋存于堇青石石英片岩、片麻岩、麻粒岩和 S 型花岗岩中,习惯上统称堇青石片麻岩。凡有高铝变质岩出露的地方几乎都有堇青石

片麻岩分布。内蒙的千里山矿区变质泥质岩中堇青石片麻岩很发育。主要分布千里山群的哈布盖组中。千里山群的堇青石片麻岩曾有详细报导(闫月华 1983),在此从略。

宁夏贺兰山的贺兰山群中也不乏含堇青石的岩石,有人称其为石榴石夕线石堇青石麻粒岩(杨振德等 1987、霍福臣 1987),它们与千里山群的堇青石片麻岩相似。

内蒙中部集宁群中堇青石—夕线石组合最为发育,例如土贵乌拉的电塔山、口子村、大九号等地多处有堇青石片麻岩、麻粒岩和 S 型花岗岩出露。

鞍本地区的小岭子、棉花卜子都见到堇青石片麻岩,特别是小邻子堇青石片麻岩中出现了紫苏辉石(翟明国等 1990)。

在内蒙大青山—乌拉山(刘喜山 1988)阴山南(金文山等,1986)都有堇青石片麻岩产出。

除上述地区以外,迁安矿区除个别地段没有堇青石片麻岩产出外,几乎整个矿区都有产出,分布广泛且具一定层位,具有标志层意义。在南区产出比北区规模大。

从图 4—1 明显看出堇青石片麻岩出露点遍布整个麻粒岩相带,由西至东约 1500KM,几乎与整个麻粒岩相带范围一致。

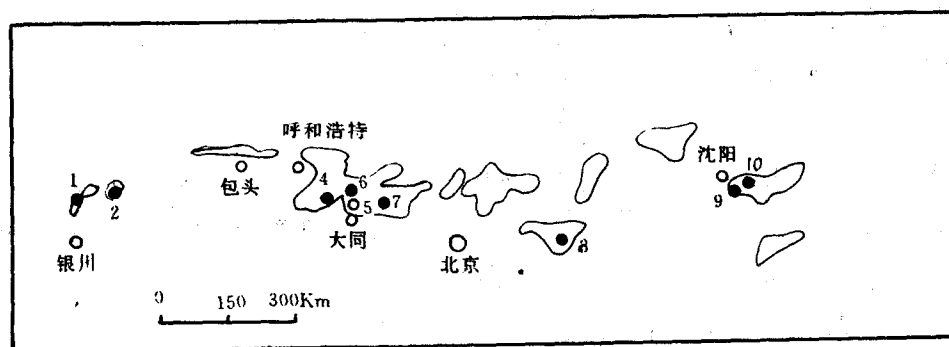


图 4—1 华北地台太古代麻粒岩相带堇青石片麻岩分布示意图

图内圈闭范围为太古代麻粒岩石出露;②阿拉伯数字点为堇青石片麻岩分布地:

1. 贺兰山 2. 千里山 3. 乌拉山 4. 凉城 5. 大同北孤山 6. 土贵乌拉 7. 兴和
8. 迁安 9. 鞍山 10. 本溪