

文章编号: 1001-1412(2000) 01-0056-08

密云地体铁矿成矿规律及找矿方向研究

李耀明

(天津地质研究院, 天津 300061)

摘要: 应用地体构造理论, 对密云地体含铁建造特征及构造对铁矿体的控制规律进行了研究。认为表壳岩为原始含矿围岩, TTG 杂岩破坏了原含矿岩系的连续性, 使表壳岩呈残体漂浮或呈包体形式被包裹在 TTG 杂岩中。矿体的赋存状态主要受两期共轴迭加褶皱构造和韧性剪切断裂复合控制。

关键词: 地体; 表壳岩; TTG 杂岩; 褶皱构造; 共轴迭加; 韧性剪切断裂

中图分类号: P618, 31; P612

文献标识码: A

密云地体位于华北陆台北缘中段, 其四周被显生宙沉积盖层所掩盖。地体南北边界分别为 EW 向的密云—青龙断裂和赤峰—古北口—平泉断裂。密云地体包括原密云群及四合堂群岩系, 地体内含有丰富的铁矿资源, 前人曾在本地区做了大量的研究工作并取得了可喜的成果。随着地质理论的不断更新和研究手段的提高, 可以发现在以往的认识上还存在一些问题。本人通过近年在该区的工作, 积累了些资料, 试图从地体构造观点出发, 结合前人的工作成果, 对密云地体含铁建造特征及构造控矿规律进行再研究, 同时讨论其成矿规律及找矿方向。

1 密云地体含铁建造特征

1.1 前人工作概况

前人对太古代变质岩系研究主要是根据矿物组合、变质程度、混合岩化和构造线方向等特征, 应用沉积地层学的研究方法划分地层单元。北京地院、长春地院及北京地质调查所先后在密云地区进行过地层划分研究, 并都提出了自己的划分方案(表 1)。这种地层的划分及层序建立, 由于彼此之间缺乏明确的接触关系, 也没有特定的标志层, 大多数界线都与构造线方向一致。而太古代地层经历了后期复杂的地质事件, 强烈发育的片麻理及片理构造, 不同岩性单位层之间很难对比。所以对地层单位的界线及上下关系一直争论不休, 导致对铁矿成矿规律认识上的混乱, 也给找矿带来了不少麻烦。八十年代中后期, 长春地院在该区的研究取得了一定的进展, 打破了“地层”的概念, 识别出了杂岩中的英云闪长岩等深成侵入体及韧性剪切带(麦

收稿日期: 1999-09-02; 修订日期: 2000-01-10

作者简介: 李耀明(1961-), 男, 山西榆社人, 工程师, 从事矿床地质研究。

延庆, 王恩林等, 1984 年); 王恩林等(1987 年) 对原张家坟群研究后认为该群实际上是受韧性剪切变形改造的一个巨大的英云闪长岩体, 张家坟群 ‘变质沉积岩层’ 的主体是韧性剪切带。下面就应用地体构造的观点, 讨论一下密云地体含铁建造特征。

表 1 密云地区地层划分对比表
Table 1 Strata divisions in Miyun area

群	北京地院(1959 年)	长春地院(1980 ~ 1982 年)	北京地质调查所(1985 年)
张家坟群	宋营子组	宋营子组	山神庙组
	山神庙组	山神庙组	四合堂群
	椴树梁组	椴树梁组	西湾子组
	石城组	石城组	宋营子组
		阳坡地组	阳坡地组
密云群	阳坡地组	大槽组	大槽组
	大槽组	苇子峪组	苇子峪组
	沙厂组	沙厂组	沙厂组

1. 2 密云地体含铁建造研究

通过对密云地体研究发现, 区内出露岩系主要由表壳岩及 TTG 杂岩组成。由于太古代强烈的变质作用, 使表壳岩与 TTG 杂岩形成了统一的区域构造片理, 给人以均具 ‘层’ 的假象特征。真正的含矿岩系为表壳岩, TTG 杂岩的大面积侵入, 破坏了表壳岩的连续性。下面重点讨论与铁矿有密切成因关系的表壳岩及对铁矿体起破坏作用的 TTG 杂岩的特征。

1. 2. 1 表壳岩特征 野外露头表壳岩呈大小不等的残块漂浮或被包裹在 TTG 杂岩中, 航磁异常等值线图显示, 铁矿体的延深仅 200 ~ 500m。表壳岩在地貌上较 TTG 杂岩平缓, 主要是由于表壳岩岩性比 TTG 杂岩复杂, 而且受 TTG 杂岩的浸染作用, 使得表壳岩易风化所致。表壳岩内褶皱、片麻理等构造特别发育。

表壳岩主要有超铁镁质岩类、麻粒岩类、斜长角闪(辉石) 岩类、斜长片麻岩类及磁铁石英岩类等, 其原岩建造特征如图 1。

(1) 超铁镁质岩类。此类岩石呈薄层状、透镜状在全区零星分布, 常与斜长角闪岩及片麻岩共生, 且呈过渡关系。岩石类型有紫苏角闪石岩、透辉石角闪岩、透辉石岩、黑云角闪石岩、辉石角闪石岩、角闪辉石岩、磁铁辉石岩及二辉岩。其原岩为基性火山喷发岩。

(2) 麻粒岩类。该类岩石分布于密云县东部和怀柔县西部, 多呈薄层状、透镜状产出, 岩石种类有角闪麻粒岩、石榴麻粒岩、二辉麻粒岩及石榴角闪麻粒岩。恢复原岩为海相火山喷发沉积成因的岩石。

(3) 斜长角闪(辉石) 岩类。该类岩石呈多层状、似层状、透镜状在全区广泛分布, 成层性好的斜长角闪(辉石) 岩常与镁铁质岩石、片麻岩类岩石及磁铁石英岩共生, 可作为找矿标志层。主要岩石有透辉斜长角闪岩、石榴斜长角闪岩、黑云斜长角闪岩、绿帘斜长角闪岩、石榴斜长辉石岩等。

岩石化学分析结果, $w(\text{SiO}_2)$ 47. 55% ~ 52. 20%, $w(\text{MgO})$ 为 6. 94% ~ 8. 90%, $\text{K}_2\text{O} <$

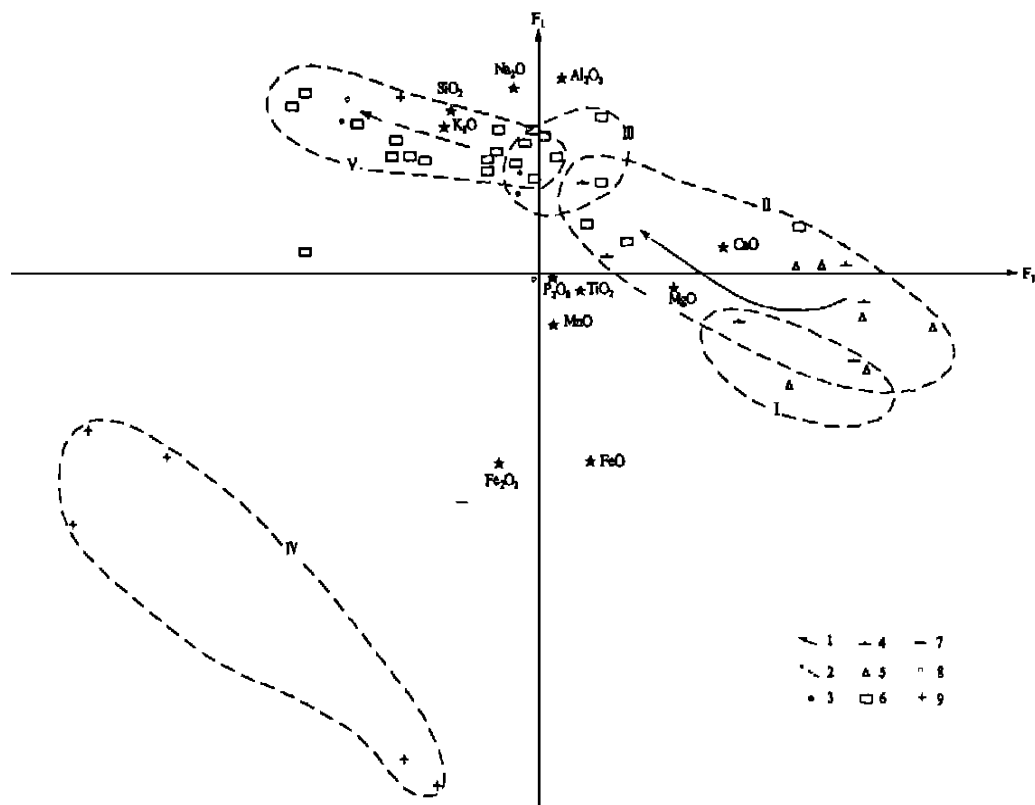


图 1 密云地体原岩建造 F_1 - F_2 图解

Fig. 1 F_1 - F_2 plot of the primary rocks in Miyun terrain

· 超基性火山岩区 · 基性火山岩区 · 中酸性火山岩区 · 硅铁沉积岩区 · TTG 杂岩区

1. 火山岩演化趋势线 2. TTG 杂岩演化线(英云闪长岩-奥长花岗岩-花岗岩) 3. 麻粒岩

4. 辉石岩 5. 角闪岩 6. 片麻岩 7. 片岩 8. 变粒岩 9. 花岗岩

Na_2O , 微量元素 Cr, Ni, Ti 偏高, 稀土元素具明显的 Eu 正异常, 显示原岩为火山岩, 投点落在富镁拉斑玄武岩区域。

(4) 斜长片麻岩类。地体内分布最广的岩石, 通常与麻粒岩、斜长角闪(辉石)岩、磁铁石英岩共生, 常见变余层理构造及变余砂状构造。主要岩石种类有黑云紫苏斜长片麻岩、黑云石榴斜长片麻岩、辉石角闪斜长片麻岩及角闪斜长片麻岩等。

岩石化学特点是富硅, $w(\text{SiO}_2)$ 含量为 50% ~ 76.6%, 贫钙、镁, 稀土模式差异大, 反映原岩为多种成因, 既有流纹岩、英安岩、安山岩和富镁拉斑玄武岩, 又有沉积岩。

(5) 磁铁石英岩类。全区分布广泛, 但规模都不特别大。岩石呈层状、似层状、透镜状, 常与斜长角闪岩、片麻岩、麻粒岩伴生。岩石种类有透辉磁铁石英岩、角闪石榴磁铁石英岩、黑云磁铁石英岩、角闪磁铁石英岩、透辉蓝闪磁铁石英岩及辉石磁铁石英岩等。

磁铁石英岩地球化学特征为贫 Al_2O_3 , CaO, 稀土元素分馏明显, 有 Eu 正异常, 为火山喷

发沉积成因。

1.2.2 TTG 杂岩(图2) 该类岩石主要分布于密云县苇子峪及阳坡地一带,原阳坡地组基本为这套岩石,TTG 杂岩在野外露头呈正地形,主要是因其酸性程度高,不易风化造成。内部发育有片麻理,但较表壳岩差,褶皱构造不发育。在阳坡地一带露头可以看到 TTG 杂岩吞食表壳岩的残余现象,残体斜长角闪磁铁石英岩呈透镜状及勾状体断续分布,有混染流动的特点。

TTG 杂岩为一套片麻岩、片岩,岩性比较均一。岩石中暗色矿物少,斜长石中仍留有早期环带结构,岩石类型有英云闪长岩、紫苏花岗岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、奥长花岗岩和花岗岩。

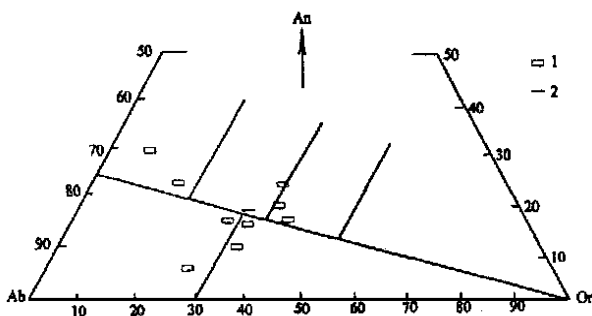


图2 密云地体 An-Ab-Or 图解

Fig.2 An-Ab-Or plot of Miyun terrain

1. 片麻岩 2. 片岩

2 铁矿的构造控制规律

通过对密云地体野外调查及室内分析,大致将地体内构造对铁矿的控制分为两种模式。一种是以褶皱构造为主的控矿模式,主要表现在密云水库南北原密云群范围内;另一种是褶皱构造和韧性剪切断裂复合构造的控矿模式,主要表现在密云水库西北原四合堂群部位。

2.1 褶皱构造控矿模式

密云地体大部铁矿资源分布在原密云群沙厂组和大槽组内,密云水库南部区域内的铁矿相对大而集中,如沙厂铁矿、霍各庄铁矿等;水库东北部地区铁矿小而分散,如大槽铁矿、兵马营铁矿、辛庄铁矿等。但其构造控矿模式基本一致,主要受两期共轴迭加褶皱变形的控制,每期褶皱构造特征及对铁矿的控制规律分述如下:

2.1.1 第一期褶皱构造(F_1) F_1 褶皱是硅铁建造形成后的最早一期褶皱变形作用,表壳岩系的岩性层均被卷入 F_1 褶皱。 F_1 褶皱两个显著特点是其塑性变形强和分布范围广。其规模多表现为中小尺度,褶皱样式是以广泛发育的同斜倒转紧闭褶皱为主,伴随强烈的构造置换作用,变形岩石在褶皱翼部被压扁、拉薄,甚至拉断成条带状、透镜状,而在转折端部位则膨胀加厚,多表现为勾状体(如图3)。这种特征在强性的磁铁石英岩中表现最为突出,如沙厂铁矿、大槽铁矿及兵马营铁矿等。

F_1 褶皱对铁矿的控制作用主要表现为两个方面:

(1) 控制铁矿的整体分布。 F_1 褶皱的产状测量统计表明,其枢纽为近 SN 向,向 N 倾伏,倾角 $20^\circ \sim 30^\circ$ 左右,多为中小尺度,这与区内铁矿的展布方向正好相一致,如库南沙厂、水峪一带的铁矿体,库北大槽、兵马营一带铁矿体都是近 SN 向分布。航磁异常也显示南北向带状分布的特点。

(2) 控制矿体的规模。矿体规模受褶皱级别及所处褶皱部位的控制。如前所述, F_1 褶皱强烈的构造置换使铁矿体呈透镜状、薄层、多层状等特点, 这些透镜体多为不同级别褶皱的翼部及转折端, 同级褶皱一般在转折端的矿体规模大, 如沙厂铁矿主坑; 而翼部的矿体规模就小, 如兵马营铁矿褶皱翼部。

总之, F_1 褶皱对铁矿的分布及矿床规模起着重要的控制作用。

2.1.2 第二期褶皱构造(F_2)

F_2 褶皱以第一期构造置换形成的面理作为变形面, F_2 褶皱比 F_1 褶皱脆性程度增加, 物质迁移减弱, 褶皱两翼也较 F_1 褶皱开阔, 转折端一般圆滑, 构造置换不强烈, 变形面较连续, 其规模主要为中型到大型, 也可在较小的露头上见到, 如沙厂铁矿二号矿坑内 F_2 褶皱对 F_1 褶皱的迭加(图4)。 F_2 褶皱最终确定了铁矿体贮藏形态。

F_2 褶皱对矿体所起的控制作用主要表现为:

(1) 由于 F_2 褶皱与 F_1 褶皱为近共轴迭加(两期褶皱轴交角小于 20°), 所以 F_2 褶皱对矿体方位略有改变, 更主要的是使矿体形态复杂化, 如霍各庄铁矿。矿体形态显示环形、火焰状等不规则特点, 如兵马营、栗榛寨铁矿等。

(2) 局部对铁矿体有加厚作用, 但不象 F_1 褶皱那样由于强塑性流动使矿体集中, 而仅是机械的重迭, 如沙厂铁矿四号矿。 F_2 褶皱的加厚作用同样受褶皱级别及在褶皱中所处部位的控制。

(3) F_1 褶皱构造置换透镜体在 F_2 褶皱转折端则更加集中加厚, 如沙厂铁矿主采场; 若处于 F_2 褶皱构造的翼部则被压扁拉长, 如辛庄铁矿、兵马营铁矿。

总之, F_2 褶皱对矿体产状影响不大, 主要是对矿体的形态和规模起控制作用。

综合 F_1 褶皱变形及 F_2 褶皱变形对铁矿的控制规律, 归纳出图5的理想模式。

2.2 褶皱构造和脆性剪切断裂复合控矿模式

在石炮沟、冯家峪一带发育一系列中小型规模的韧性剪切带, 一般宽十几米, 延伸百米, 主要表现为一组与片麻理斜交, 且密集发育的劈理面, 实际上是剪切滑动形成的透入性面状构造。面理构造主要由片、柱状矿物定向排列及石英定向拉长表现出来。岩石变形强烈, 呈密集

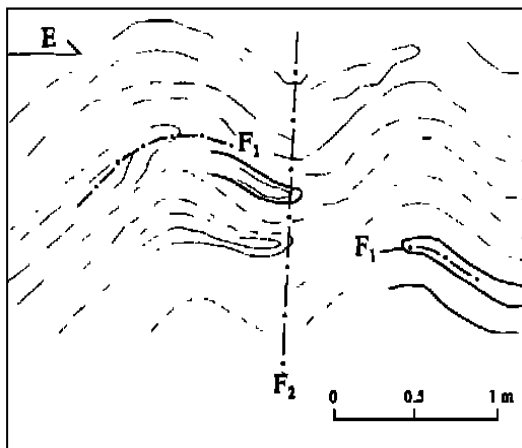


图3 半截峪铁矿围岩 F_1 褶皱特征图

Fig. 3 Showing feature of F_1 in wall rock of Banjiayu iron deposit

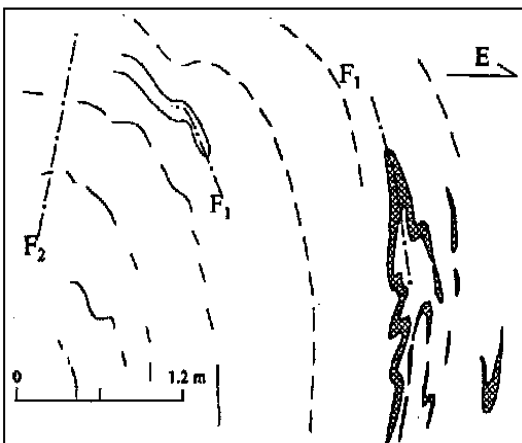


图4 沙厂铁矿二号矿内 F_1 与 F_2 褶皱叠加特征

Fig. 4 Overprint feature of F_1 and F_2 in No. 2 ore body of Shachang iron mine

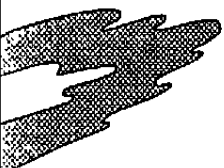
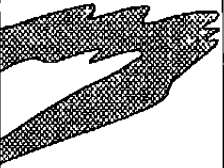
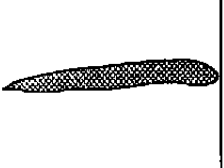
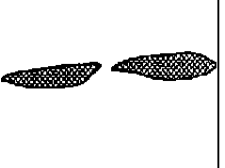
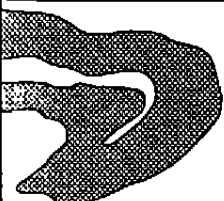
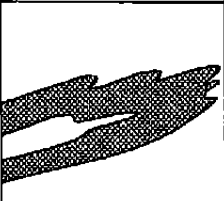
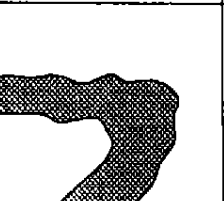
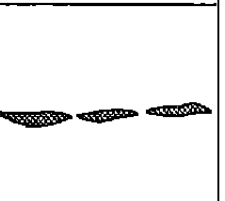
构造期次	褶皱部位及矿体形态			
第一期褶皱	转折端	转折端	翼部	翼部
				
第二期褶皱	转折端	翼部	转折端	翼部
				
矿体规模及代表矿床	形成大中型矿床。如沙厂铁矿, 霍各庄铁矿等。		形成中-小型矿床、矿点。如兵马营铁矿, 辛庄铁矿等。	

图 5 褶皱构造对铁矿控制规律示意图

Fig. 5 Sketch showing fold-control on iron ore

板状、条带状和构造透镜形式存在, 带内褶皱多表现为剪切滑动造成的牵引褶皱。

冯家峪铁矿基本上都处在韧性剪切断裂带中。矿区内主要发育静态变形环境形成的褶皱构造和剪切作用造成的牵引褶皱, 矿体围岩内发育与韧性剪切作用有密切关系的相似褶皱、不对称褶皱, 还可以看到鞘褶皱的存在。由于韧性剪切作用, 使得先期静态环境下褶皱的矿体进一步变形, 褶皱转折端更加紧闭, 褶皱的翼部拉长, 变形更强。同时, 韧性剪切变形过程中形成的一些牵引褶皱, 也使得矿体更富集。

另外, 在原密云群内的局部地区也有韧性断裂带发育。如沙厂铁矿主矿体两侧, 剪切带位于矿体与片麻岩接触部位, 规模较小, 宽约几十米, 剪切作用使得‘沙厂向斜’两翼拉长变薄, 甚至拉断。

褶皱构造与韧性断裂复合控矿作用主要表现为:

1. 韧性剪切作用发生在褶皱作用后期, 早期褶皱矿体被剪切挤压发生再次强烈变形, 形成剪切透镜化矿体, 这种变形以使矿体压扁拉长为主, 剪切作用使矿体在区域上的分布强烈定向。

2. 剪切作用过程中形成的牵引褶皱, 从一定的意义上讲, 也使矿体再次的富集。露头所见的褶皱矿体, 许多是韧性剪切作用形成的, 而非静态变形条件下的褶皱, 其产状与区域褶皱产

状不一致。

3. 随着剪切作用的继续, 矿体被细颈化或被拉断形成剪切断片矿体或剪切断片矿体群, 原有矿体形态被破坏。

4. 剪切作用形成推覆构造, 造成深部矿体向浅部运移, 形成推覆矿体, 有利于开采。

总之, 韧性剪切带对矿体的控制作用是利弊兼备, 且弊多利少, 在采矿时要作详细分析研究。

3 铁矿赋存规律及找矿方向讨论

前人找矿主要是在地层划分的基础上, 把矿体按层序列出几个层位, 然后把某层较好的矿体做为找矿对象。这种沉积地层的找矿方法, 对于经受重大地质事件改造的太古界来说显然不适用。本文经过对含铁建造特征及构造控矿规律研究认为: 密云地体沉积变质铁矿主要受原岩建造、构造变形及韧脆性剪切断裂带的控制。硅铁沉积主要发生在火山活动间歇期, 主要受沉积界面的控制。褶皱和剪切构造使矿体在核部或翼部富集和再就位, 形成各种构造控矿模式。

1. 铁矿形成主要与表壳岩有关, 表壳岩是铁矿体真正的围岩, 表壳岩出露面积越大, 铁矿床(点)就越多, 如库东北大槽、东庄、兵马营一带, 库南沙厂、霍各庄一带。铁矿床直接围岩主要是含石榴斜长角闪(辉石)岩类及斜长片麻岩类。

2. 铁矿的分布规律及矿床规模同时受褶皱构造的控制, 区内矿体总体走向与褶皱枢纽方向一致, 库南区近南北向, 库东北区为北北东向, 这种矿体走向差异可能与阳坡地一带大面积的 TTG 杂岩侵入有关。大型矿床一般均为褶皱转折端, 如沙厂铁矿、霍各庄铁矿等。而小型矿床或矿点一般为褶皱翼部, 如水峪铁矿、辛庄铁矿等。

3. 韧脆性剪切断裂带对矿体的控制, 与褶皱构造对矿体控制作用不同, 褶皱构造使矿体聚集, 形成一定规模的矿体, 而韧脆性剪切断裂的发育使矿体压扁拉长, 甚至使矿体拉断成剪切片体存在, 使铁矿体发生位移, 对铁矿体的控制作用是利弊兼并。

总之, 寻找表壳岩及褶皱迭加的有利部位才是找矿的根本途径。同时要注意韧性剪切断裂带对铁矿体的控制作用。

参考文献:

- [1] 胡桂明, 王守伦, 等. 华北陆台北缘地体构造与铁金矿产[M]. 地质出版社, 1998.
- [2] 张瑞华, 王守伦. 辽宁本溪歪头山铁矿控矿构造的新认识—韧性剪切带控矿作用[J]. 地质找矿论丛, 1994, 9(4).
- [3] 王恩林, 杨占兴. 北京密怀隆起张家坟群的解体与三棱山韧性剪切带的确定[J]. 世界地质(构造地质专辑), 1987, 69-77.
- [4] 杨振升, 刘午旭. 北京密云沙厂地区太古代构造特征及其演化[J]. 世界地质(构造地质专辑), 1987, 79-91.

A RESEARCH ON THE ORE-FORMING REGULARITY AND THE PROSPECTING DIRECTION OF IRON DEPOSIT IN MIYUN TERRAIN, BEIJING, CHINA

LI Yao-ming

(*Tianjin Geological Academy, Tianjin 3000061, China*)

Abstract: The characteristics of BIF and the tectonical control patterns on the iron-ore body in the Miyun Terrain have been studied with the terrain theory. This paper concludes that the supercrustal rocks are the original host and the TTG complexes interrupted the continuity of the host and the supercrustal rocks occur as floating residuals or inclusions in the TTG complexes. The ore body was controlled by both the co-axial overprinted fold of two periods and the ductile brittle shear fault.

Key words: terrain; supercrustal rock; TTG complex; fold; co-axial overprint; ductile-brittle shear fault

(上接第 55 页)

参考文献:

- [1] 蒋心明, 等. 张宣地区与偏碱性杂岩体有关的金矿床成矿规律与找矿方向研究[R]. 天津: 天津地质研究院, 1992.
- [2] 陆松年, 等. 金矿密集区的基底特征与成矿作用研究——以小秦岭、冀北和胶北金矿密集区为例[M]. 北京: 地质出版社, 1997.
- [3] 王郁, 等. 冀西北与偏碱性岩有关的金矿床地质特征及成因[J]. 地质论评, 1994: 40(4).
- [4] 郁云妹, 等. 贵金属矿床中控制金成色的因素[J]. 中国科学, 1995: 25(4).
- [5] 宋国瑞, 等. 河北省东坪碱性杂岩金矿地质[M]. 北京: 地震出版社, 1996.
- [6] 王郁, 等. 我国首次发现硫砷铋铅矿[J]. 科学通报, 1991: 36(19).

STUDY OF THE GOLD MINERALS IN DONGPING GOLD MINE, HEBEI, CHINA

WANG-Yu¹, MENG Hai-jun²

(1. *Tianjin Geological Academy, Tianjin, 300061, China*; 2. *Dongping Gold Mine, Hebei ChongLi, 076350, China*)

Abstract: Dongping gold deposit is associated with alkaline rocks. It is unique in Au mineralogy. This paper stresses on the major gold minerals and the newly discovered Si-Au mineral.

Key words: alkaline rock; gold deposit; gold mineral.