

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

滇中鹅头厂式层控铁矿的构造控制作用

孙家骢

(昆明工学院地质系)

滇中北部的鹅头厂式铁矿是一种典型的层控矿床。在矿床形成的过程中,构造起着双重的控制作用,即:东川运动之后的经向构造体系萌芽期,南北向的裂谷式海槽控制了矿源层的形成;晋宁—澄江运动时的经向构造体系定型和发展期,由南北向的罗次—易门断裂带派生的多字型构造控制了矿源层的改造,以及成矿物质的转移、富集和矿床的形成。因此,这类矿床是构造体系成生、发展控制层控矿床形成和分布的典型实例。

在云南中部的北段地区,分布有鹅头厂等一些铁矿床,它们主要分布在罗次—易门断裂带以西地区,大致呈南北向的带状展布(图 1)。这些铁矿产于昆阳群东川亚群¹⁾(蓟县系)的一定层位中,矿石类型都是含铜磁铁矿的组合,并伴有一定数量的稀有和稀土元素,而且都以富矿为主。其中以鹅头厂矿床最具代表性,可称为鹅头厂式铁矿。

经详细研究,鹅头厂式铁矿为典型的层控铁矿床²⁾。本文运用地质力学的理论和方法³⁾,重点讨论构造体系的成生发展对这类矿床形成的控制作用,并从时、空两方面建立层控矿床的控矿构造模式,以深化对层控矿床形成机理的认识。

一、矿田构造体系分析

本矿田位于南北向罗次—石屏基底隆起带北段,罗次—易门断裂带和绿汁江断裂带之间(图 1)。矿田内主要出露地层为昆阳群东川亚群,鹅头厂式铁矿即赋存在该地层内。

1. 矿田构造体系的组成

由罗次—易门及绿汁江两条南北向的断裂带组成的经向构造体系是矿田内最主要的构造,也是最重要的控矿构造。这两条断裂带以规模较大的、具有多期活动的、压性为主兼有扭性的断裂破碎带为主体,加上两侧次级的南北向压扭性断裂,以及和这些断裂相伴出现的東西向张裂及北东、北西两组扭裂,组成了以挤压为主的南北构造带。

矿田内出现有一系列北北东—北东向左列式压扭性构造形迹,由断裂、褶皱、底辟构造及挤压带组成,并伴生有北西向的张裂及近东西、近南北的两组以扭性为主的断裂。这些构造形迹均分布在南北断裂带之间,它们或者靠近断裂带呈左列式的入字型分支构造,或者在断裂带之间呈左列式的多字型构造,但都不切过南北向的主干断裂带,单个的北东

1) 孙家骢, 1982, 1983, 论昆阳群的划分及对比。昆明工学院学报, 1982 年第 3—4 期, 1983 年第 1 期。

2) 孙家骢、颜以彬, 1984, 滇中铁矿地质。

本文 1985 年 5 月收到, 1986 年 1 月改回, 季国容编辑。

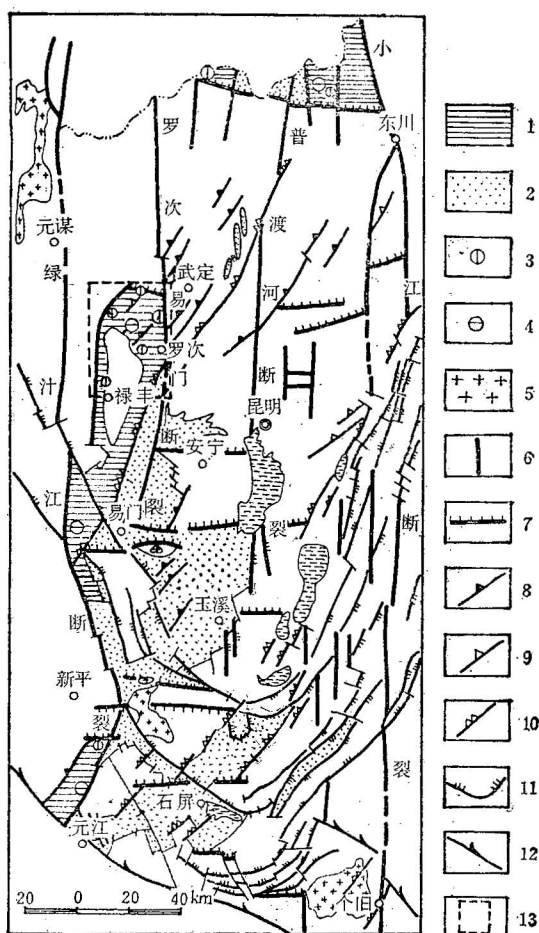


图 1 滇中地区构造体系及鹤头厂式铁矿分布略图

Fig. 1 Sketch showing the structural systems and the distribution of the Etouchang-type iron deposits in central Yunnan

1. 昆阳群东川亚群(菊县系); 2. 昆阳群玉溪亚群(长城系); 3. 鹤头厂式铁矿床(点); 4. 东川式铜矿床;
5. 花岗岩; 6. 经向构造体系; 7. 纬向构造体系; 8. 滇中多字型构造; 9. 华夏构造体系;
10. 新华夏构造体系; 11. 山字型构造体系; 12. 歹字型构造体系; 13. 鹤头厂矿田范围

向构造形迹延伸数公里或十余公里而自行尖灭。它们是由南北断裂带左行扭动时派生出来的低序次构造型式,被称为滇中多字型构造¹⁾,是矿田内的重要控矿构造型式。

在南北构造带和多字型构造内还包容一些片段的東西构造形迹,它们由压性断裂和挤压带组成,是纬向构造体系的残片。纬向构造体系的强带则分布在矿田的外围地区。

2. 矿田构造体系的成生发展

用力学、历史和建造分析等相结合的方法,对滇中地区构造体系成生发展史的研究

1) 江祝伟, 1982, 滇中多字型构造对鸡冠山铜矿的控制及其区域意义。昆明工学院学报, 第3期。

表明¹⁾(表 1): 东川运动奠定了基底的东西构造型式,随后南北向的断裂带开始活动,揭开了滇中古裂谷的历史,成为经向构造体系的萌芽,伴有因民期的酸性火山活动;晋宁运动使昆阳群全面褶皱,基底最后形成,经向构造体系基本定型,同时有裂隙中心式大陆碱性玄武岩的喷发²⁾;澄江运动不仅使经向构造体系进一步强化,而且还使南北向断裂带受到扭性改造,从而产生了滇中多字型构造,并伴有从超基性到酸性的岩浆活动,均以富碱(特别是富钠)为特征;印支运动后,结束了多字型构造的发展;早期燕山运动加强了纬向构造体系,使经向构造体系受到了局部的张性改造,伴有碱性花岗岩及辉绿岩的侵入。

表 1 鹅头厂矿田构造体系生成发展综合简表

Table 1 Generation and development of structural systems in the Etouchang orefield

地质时代	长 城 纪	蓟 县 纪	青 白 口 纪	早 震 旦 世	晚 震 旦 世— 早 古 生 代	晚 古 生 代— 早 中 生 代	晚 三 叠 世— 侏 罗 纪	晚 中 生 代— 新 生 代
构造体系	——○——	——○——	——○——	——○——	——○——	——○——	——○——	——○——
纬向构造体系	——○——	——○——	——○——	——○——	——○——	——○——	——○——	——○——
经向构造体系								
滇中多字型构造								
岩 浆 活 动	Λ V	Λ	+ V	+ V		X		+ X
成 矿 期	矿源层形成期				改造富化期			
构造运动时期 (Ma)	东川运动 (1400)		晋宁运动 (900)		澄江运动 (750)		印支运动 (200)	

注: 体系发展:萌芽; ---雏型; ——发展; ○定型; □强化; ~~~改造。岩浆活动: V 基性火山岩; Λ 酸性火山岩; X 基性-超基性侵入岩; + 酸性侵入岩

二、矿源层形成的构造控制作用

1. 含矿岩系的特点

在鹅头厂式铁矿床中,与矿体紧密伴生的是一套具有特殊岩性的岩石,曾被定为“细碧角斑岩”³⁾,并将它与大红山铁矿床的含矿岩系对比⁴⁾。但是,从其空间展布、岩石类型及其它特征的研究表明,它们是一套在构造岩的基础上,遭受了交代作用后形成的交代岩。以鹅头厂矿床为例,它们的最大厚度为 100—120m 左右。交代作用以碱质交代和铁镁质交代为主,二者交替作用的结果,形成了这套岩石的主体。

碱质交代作用以钠质交代为主,形成微晶钠长岩,主要由细粒它形的钠长石组成。碱质不均匀地交代压扁岩(图 2-c)、“磨砾岩”(图 2-D, E)和碎裂岩(图 2-F),交代强烈者往往成致密块状岩石。岩石中交代残余的结构构造甚为普遍,有由原岩残余的铁泥质点构成的微细层理(图 2-B)、斜层理(图 2-A)及残余的显微褶曲。

铁镁质交代岩为黑云母化的产物,成为一种微晶黑云母岩。它们和矿体的分布有着

1) 孙家骝、颜以彬, 1984, 滇中铁矿地质。

2) 孙家骝, 1984, 云南震旦系底界年龄的讨论。昆明工学院学报, 第 3 期。

3) 云南冶金地质勘探公司昆钢地质队, 1978, 云南罗次鹅头厂铁矿含矿岩系、矿床特征和成因问题。

4) 云南冶金地质勘探公司地质研究所编图组, 1978, 大红山、鹅头厂含铁火山岩的层位对比。

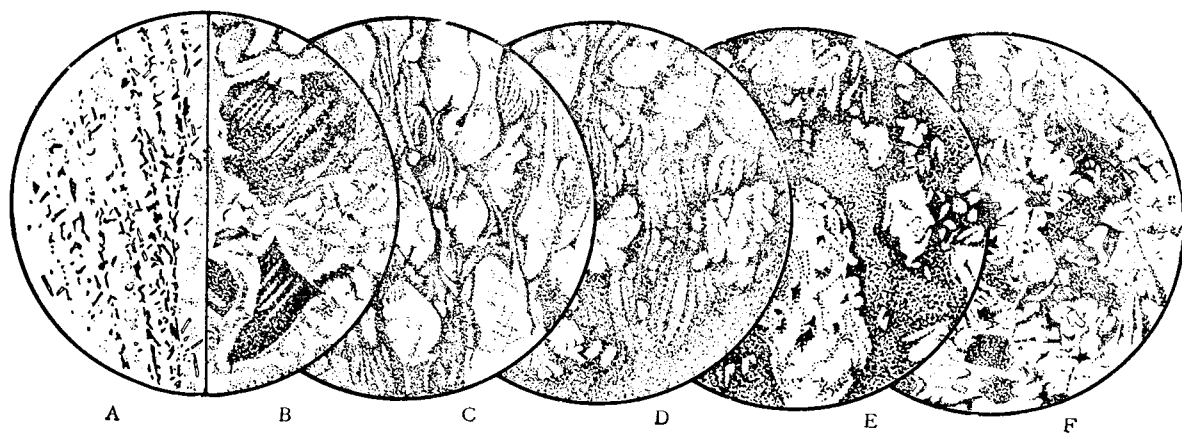


图 2 鹅头厂矿区含矿岩系岩石显微镜下素描(单偏光, 视域直径 2.8mm)

Fig. 2 Sketch showing rocks of the ore-bearing series under the microscope in the Etouchang mine district (Plane-polarized Light. Diameter of view field is 2.8mm)

A. 微晶钠长岩中残存的原岩斜层理, 由铁矿微粒组成; B. 碱质交代岩中残存的团块, 团块中原层理清晰可见; C. 压扁岩, 透镜体部分已被钠长石交代, 胶结物已绢云母化; D. “磨砾岩”, 磨圆的砾块已被交代, 并定向排列, 胶结物已重结晶, 但未受交代; E. 矿化“磨砾岩”, 磨圆的砾块大致定向排列; F. 碎裂岩, 被碱质选择性交代

密切的联系, 主要分布在含矿岩系的中上部, 常常构成主矿体下盘围岩, 成为直接的找矿标志。在交代岩中, 端元性岩石的化学成分如表 2 所示。

表 2 鹅头厂矿床交代岩化学成分表

Table 2 Chemical compositions of the metasomatic rocks of the Etouchang deposit

岩石类型	样数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
微晶钠长岩	2	64.72	0.80	17.01	3.54	1.07	0.04	1.04	0.80	7.46	2.52	0.18
微晶钾长岩	2	52.74	0.70	14.64	12.70	3.10	0.80	1.79	1.71	0.55	9.54	0.30
微晶黑云母岩	3	41.36	0.81	11.90	10.27	12.07	0.16	12.31	3.51	0.56	7.81	0.31

2. 原岩分析和赋矿层位

在鹅头厂式铁矿中, 上述含矿岩系是广泛存在的, 而且都是伏于有明显标志的落雪组白云岩之下, 其层位相当于因民组。虽然它和正常的因民组在岩性上有很大的差异, 但是这种差异是在很短的距离内出现的, 而且各地都可见到这套岩系与因民组呈渐变过渡关系; 有的地方还可见到这套交代岩与石英钠长斑岩的侵入有关, 并且因民组的岩石被交代时选择性是明显的, 因此上述显微镜下残留的原岩构造各地都可见到。

上述现象证明鹅头厂式铁矿的含矿围岩是正常的因民组岩石受到碱质交代的产物。矿床赋存在因民组之中, 特别是主矿体产于因民组和落雪组的过渡部位。因民组是一个富含铁、铜的层位。据资料分析, 在因民组紫色层的岩石中, 呈分散状态的铁组分较高, 如 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$, 鹅头厂为 12.39%, 东川为 17.70%, 笔架山则高达 34.04%。此外, 在因民组中还常夹有含铁板岩、铁质板岩及贫铁条带、扁豆体等, 局部富集可形成矿床, 如稀

鹅头厂背斜核部由因民组组成, 两翼为落雪组及鹅头厂组。其轴迹走向在南北两端为北 35° 东, 而在中部转为近南北向, 形成一“S”形。沿走向其枢纽有起伏, 中部为高点,

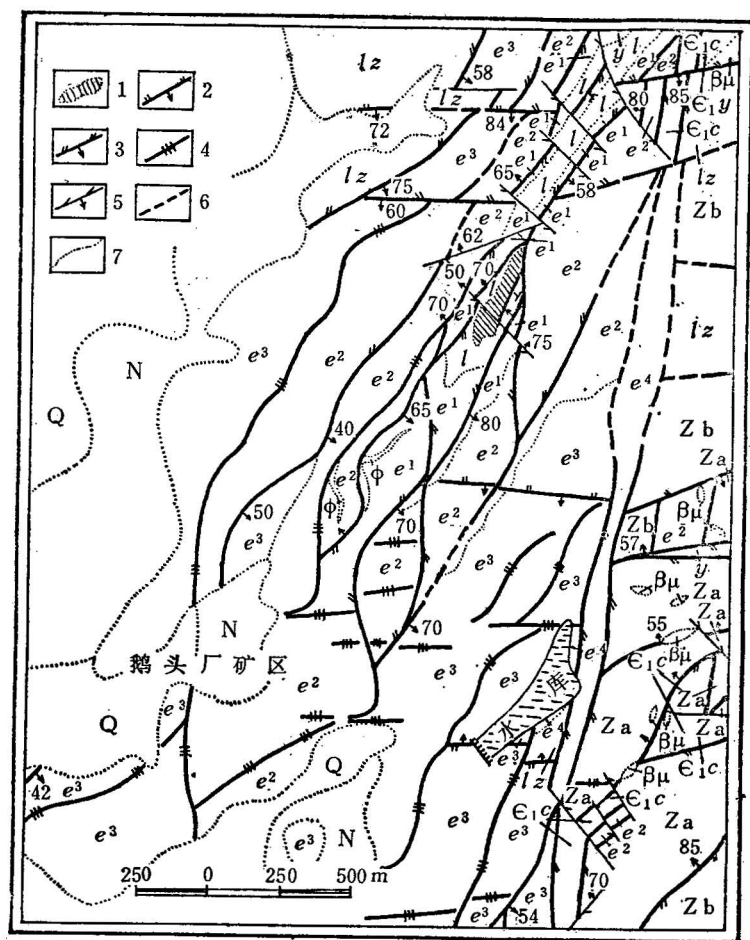


图 4 鹅头厂矿区地质构造图

Fig. 4 Geological and structural map of the Etouchang mine district

Q 第四系; N 上第三系; E_{1c} 下寒武统沧浪铺组; E_{1y} 下寒武统渔户村组; Zb 上震旦统灯影组; Za 下震旦统澄江组; 昆阳群东川亚组; lz 绿汁江组; e₄ 鹅头厂组第四段; e₃ 鹅头厂组第三段; e₂ 鹅头厂组第二段; e₁ 鹅头厂组第一段; l 落雪组; y 因民组; βμ 辉绿岩; φ 钠长斑岩 1. 铁矿床; 2. 压性断裂; 3. 压扭性断裂; 4. 挤压带; 5. 扭性及张性断裂; 6. 航片解译断裂; 7. 地质界线

两端分别向北东和南西倾伏。在剖面上, 其轴面在中部近直立, 向北渐向西倒转, 向南渐向东倒转, 形成剖面上的反“S”形(图 5)。在此背斜内, 层间剥离构造和层间断裂十分发育。在轴面近直立的一段, 其轴部的脱顶构造十分明显, 发生在因民组和落雪组之间岩性差异较大的部位, 并形成一套扭张性的“磨砾岩”(图 2-D, E)。在其翼部, 由于层间剥离带的进一步发展, 形成一组走向北北东的压扭性断裂, 其间发育压碎岩(图 2-F)、压扁岩(图 2-c)及糜棱岩等, 这些断裂均具左行扭动的特点。

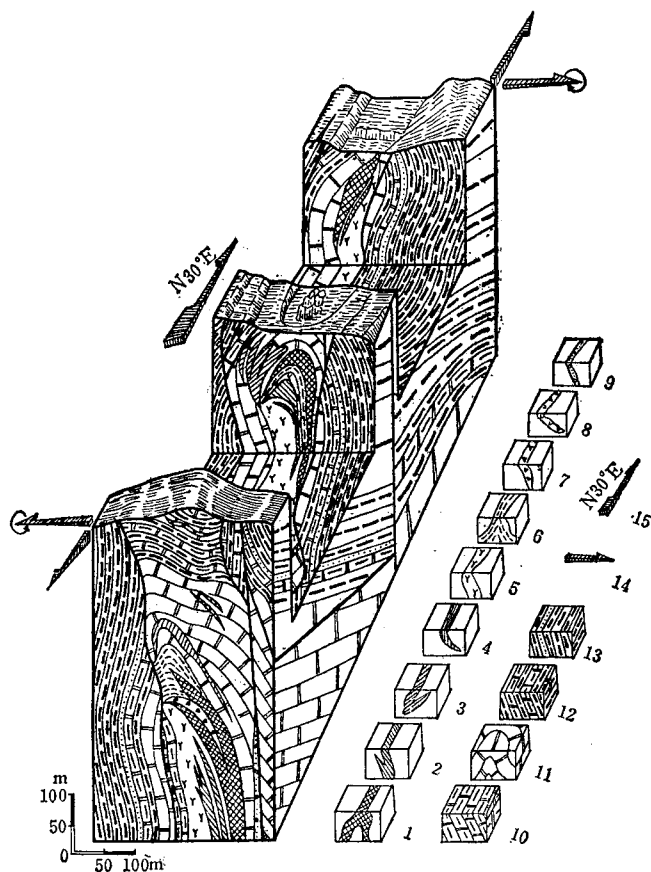


图5 鹅头厂铁矿床立体图解

Fig. 5 Block diagram of the Etouchang deposit

1. I号矿体群; 2. II号矿体群; 3. III号矿体群; 4. 铜矿脉; 5. 碱质交代岩; 6. 黑云母岩; 7. 镜铁矿角砾岩; 8. 钠长斑岩; 9. 断裂及构造岩带; 10. 因民组; 11. 落雪组; 12. 鹅头厂组第一段; 13. 鹅头厂组第二段; 14. 力偶作用方向; 15. 剖面方向

在鹅头厂背斜的外围,发育一系列总体走向北北东的压扭性断裂及挤压带。在空间分布上,这些构造形迹和鹅头厂背斜一样,都呈现“S”形展布,在剖面上具扭曲现象。

经过仔细的调查研究发现,在断裂由北北东转向南北的部位,存在北北东向的压扭性断裂叠加在南北向的压性断裂之上的现象(图6),表明北北东向分支构造的弯曲是局部迁就、利用和改造早期次级南北构造的结果。从矿田构造体系成生发展史的分析,以及矿区复合结构面研究的结果,表明鹅头厂矿床控矿构造形成的力学机制是:①由于罗次-易门断裂带早期的挤压,形成了矿区内的南北向压性断裂,并在南北两端有东西向的横张断裂出现,从而将矿区切割成长方形的岩块(图7-a);②在罗次-易门断裂带发生左行压扭的运动时,力偶作用于岩块的東西边界,从而派生出北北东向的人字型分支构造,分支构造迁就、利用和改造已存的南北向断裂,形成辗转反复的“S”形展布(图7-b)。同时,在南北边界上还有右行对扭的辅助力偶的作用,因而在两端的垂直方向上就会受到相反的旋扭力的作用,再加上结构面在不同深度的差异性运动,从而导致结构面在剖面上的

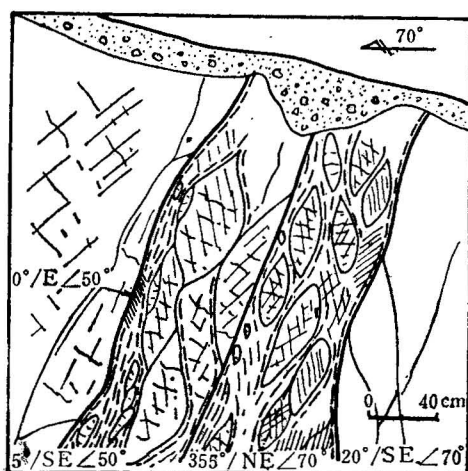


图 6 鹅头厂矿区东部复合断裂素描图

Fig. 6 Sketch showing the composite faults in the eastern part of the Etouchang mine district

示北北东向压扭性断裂叠加在南北向压性断裂之上,前者切过后的构造透镜体

扭曲(图 5)。因此,鹅头厂矿床的控矿构造型式是一种复合的扭动构造,是晚期的再次北北东分支构造与早期初次南北构造复合的结果。

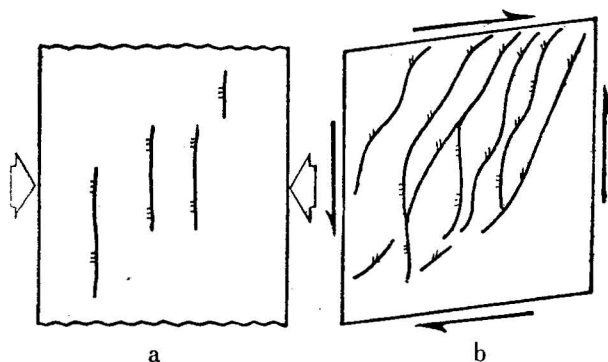


图 7 鹅头厂矿区复合扭动构造形成示意图

Fig. 7 Sketch showing the formation of the composite shear structure in the Etouchang mine district

a. 早期南北构造形成阶段; b. 入字型构造形成阶段

2. 矿体的分布特征

无论是从空间分布及形态看,还是从矿化富集的程度看,鹅头厂铁矿床除与一定的层位有关外,还明显地受构造控制,分布在鹅头厂背斜中,沿脱顶空间和层间剥离带呈似层状及透镜状产出。根据所处的构造部位及层位的差异,可分出三个矿体群(图 5)。I 号矿群为落雪组与因民组过渡带构成的背斜鞍部的矿群,呈对称的新月形产出,是矿床中规模最大、质量最佳的矿群。II 号矿群为因民组构成的背斜核部的矿群,产于顶部的交代岩之中,由多条规模较小的矿体和矿脉组成。III 号矿群为落雪组层间剥离带内的矿群,由多条似层状的矿体组成。鹅头厂矿床的矿石品位是有规律变化的,从剖面上看,由下往上变

富;从平面上看,背斜中部高点处最富,向南北两端变贫。这与构造部位的力学性质和围岩的化学性质有关,在背斜轴部脱顶空间较大和围岩为碳酸盐岩的部位最富,而在背斜核部、翼部和围岩为泥质岩的情况下较贫。因此,更进一步地证明了矿体的产出是严格受构造控制的。

3. 矿化富集与构造的关系

经详细研究¹⁾, 鹅头厂式铁矿床的形成与交代作用有关。在鹅头厂矿区大致可以分出钠质交代带、钾质交代带和铁镁质交代带。其中,第一带成分单一,叠加交代不强,而第二、三带物质组分变化较大,岩石种类繁多,正是铁矿产出的部位。

在鹅头厂矿区露天采场 1915 台阶北壁,可见上述交代成矿与构造的关系(图 8)。在那里,背斜的核部出露因民组的灰紫色板岩与砂泥质白云岩互层。往背斜的北西翼(正常翼),岩石破碎形成张扭性的“磨砾岩”带,并逐渐变为由碱质交代而形成的钠硅酸盐交代带。然后出现以黑云母岩为主组成的铁镁硅酸盐交代带,最后出现富厚的磁铁矿体。在这个剖面中有两点是值得重视的;其一,这种交代作用是在各种构造岩中进行的(图 2);其二,强烈的交代作用和矿化只发生在背斜的正常翼部的层间剥离构造中,而在背斜的倒转翼内交代作用和矿化均很微弱,极少有矿体存在。这些现象不仅存在于上述剖面中,而且在整个矿床中都是普遍可见的(图 5)。结合矿体的形态、产状及品位的变化与构造的密切关系,证明了交代作用是伴随褶皱构造的形成过程同步进行的。而且,在这种交代作用的过程中,在褶皱不同部位的各种岩石中铁、钾、钠组分具有明显的规律性变化。以上述的剖面为例(图 8),背斜核部的因民组原岩是富钾、铁和贫钠的,经过钠质交代作用形成

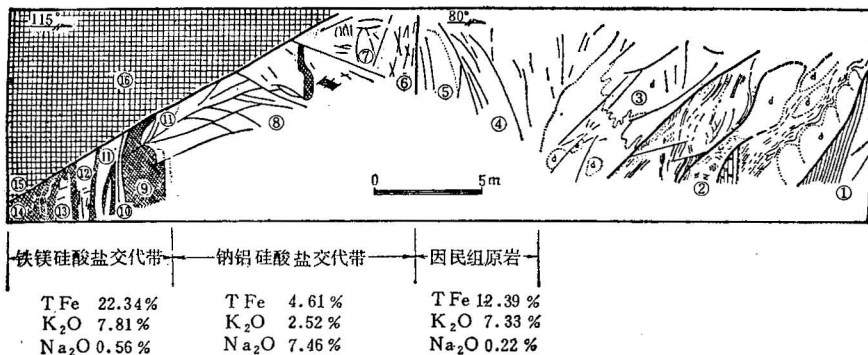


图 8 鹅头厂矿区采场 1915 台阶北壁地质素描图

Fig. 8 Geological sketch showing structures and metasomatic rocks on the north wall of level 1915 in the Etouchang mine district

- ① 鹅头厂组板岩; ② 北北东向压扭性碎裂岩带; ③ 落雪组白云岩; ④ 因民组白云岩和板岩互层;
⑤ 因民组板岩; ⑥ 磨砾岩带; ⑦ 钠化磨砾岩带; ⑧ 矿化、钠化磨砾岩带; ⑨ 赤铁矿脉; ⑩ 北北东向压扭性断裂; ⑪ 黑云母岩; ⑫ 弱矿化微晶钾长岩; ⑬ 钠长斑岩脉; ⑭ 赤铁矿体; ⑮ 北西向扭压性断裂; ⑯ 磁铁矿体 (I 号矿群) d. 白云岩透镜体

1) 昆明工学院地质系地质力学富铁矿专题组、昆明钢铁厂地质勘探队, 1978, 云南禄丰鹅头厂-温泉构造体系控矿特征及成矿预测。昆明工学院学报, 第 1—2 期。

微晶钠长岩后,三种组分的变化甚为突出,带出的氧化铁为原岩含铁量的63%,氧化钾被带出了65.6%,而带入的氧化钠多达原岩的33倍。经过简单的计算,通过这样的交代作用带出的全铁量,可以形成超过 23×10^6 吨、品位为50%的富铁矿石。因此,可以推断,钠质交代作用是一个大规模的去铁过程,带出的铁和钾与落雪组的白云岩作用后,一方面形成铁镁硅酸盐(黑云母岩),另一方面使大量的铁质沉淀形成矿体。

以上的成矿过程是伴随着复合扭动构造的形成而进行的。澄江运动时,伴随罗次-易门断裂带的左行压扭运动,在该断裂带下盘有碱质的岩浆活动,在上盘形成复合的人字型构造。在应力的驱动下,钠质热液沿鹅头厂背斜运移,发生强烈的碱质交代作用和矿质的沉淀作用。在不同的构造部位,由于储矿空间的力学性质不尽相同,围岩的地球化学条件也不完全一样,从而影响到交代作用的性质及难易、强弱,因此所形成的矿体在规模品位上都有变化。在背斜轴部脱顶的扭张性空间内,上部的围岩又是落雪组的白云岩,含矿溶液和围岩的化学反应较充分,铁质沉淀的速度也较快、较彻底,因而形成规模较大、品位较富的矿体;在背斜的正常翼部及倾没部位的层间剥离带内,特别是在围岩为泥质岩的情况下,不利于化学反应的进行,只能形成规模较小、相对偏贫的矿体;在背斜的倒转翼内,由于挤压应力的作用,矿液向应力释放的部位运移,所以很难形成矿体。

从以上分析可以看出,鹅头厂铁矿床的产生、迁移、富集和分布,无论是在时间上还是在空间上都和构造体系有着密切的联系。矿化富集发生于区域构造体系发展的第三阶段,即滇中多字型构造的成生阶段;矿床的分布则受到复合扭动构造的控制,特别是在封闭条件较好的压性构造中的张性空间断裂内分布了较富厚的矿体。

四、结 论

鹅头厂式铁矿的成矿地质条件有三:地层为成矿提供了物质来源;碱质交代使分散的铁质集中;构造起着双重的控制作用,即不仅控制了矿源层的形成,而且还促进交代作用的发生、发展和含矿溶液的运移、聚集及矿床的形成。

构造的控制作用是伴随着经向构造体系的成生发展而进行的:东川运动后,在经向构造体系的萌芽期,南北向裂谷式海槽的出现,控制了因民期矿源层的形成和分布,出现了铁、铜的原生分带;晋宁-澄江运动时,是经向构造体系的定型和发展期,滇中多字型构造的出现,控制了富钠岩浆及热液的活动,并促使矿源层受到改造,铁质转移富集形成了矿床。因此,构造体系发展的阶段性控制了成矿的阶段性。

构造体系的不同级序构造及复合构造,控制了鹅头厂式富铁矿床的空间分布。经向构造体系是主要的成矿构造体系,它控制了铁矿带的展布;经向构造体系与纬向构造体系的复合,可将矿带划分出鹅头厂矿田及洪门厂矿田;在矿田内,罗次-易门断裂带为导岩构造,在断裂带上盘的低级再次构造为储矿构造,控制了具体的矿床和矿体。

在矿床构造中,最有利的控矿构造型式一般都具有扭动的特点,无论是一般扭动构造还是复合扭动构造,都有利于含矿热液的迁移和聚集。其中最有利的储矿构造部位是压性构造中之张性断裂内。

文内岩石学的研究是由颜以彬老师完成的, 西南地质勘探公司地质科学研究所的杨世瑜工程师参加了研究工作, 野外工作期间还得到了西南地质勘探公司三一二地质队的协助与支持, 在此一并表示深切的谢意。

参 考 文 献

- [1] 李四光, 1978, 地质力学概论。科学出版社。

STRUCTURAL CONTROL OF THE ETOUCHANG-TYPE STRATABOUND IRON DEPOSIT IN CENTRAL YUNNAN

Sun Jiacong*

Abstract

The Etouchang-type iron deposit is a typical stratabound deposit in the northern part of central Yunnan. The discussion centres on the controlling effect of the generation and development of the structural system in the orefield on the formation of this type of deposit and establish a time-space ore-control model so as to get a better understanding of the mechanism for its formation.

During the formation and enrichment of the Etouchang-type iron deposit, the structures performed a dual control function on the generation and distribution and also on the reformation and enrichment of the source bed. The Etouchang-type iron deposit is a typical example for the stratabound deposits of which the formation and distribution are controlled by the generation and development of structural systems.

During the embryonic period of the longitudinal structural system shortly after the Dongchuan movement, a N-S rift valleytype trough appeared between the Luzhijiang fault zone and the Luoci-Yimen fault zone. It was along the marginal areas of the trough that the iron-rich clay and sand of dominant terrigenous origin were accumulated, constituting the source bed of iron.

During the Jinning movement, the basement had been finally formed and the longitudinal structural system took shape. During the Chengjiang movement, the longitudinal structural system was strengthened and the central Yunnan Xi-type structure appeared, which controlled the activities of the Na-rich magma and thermal fluids, and the consequent reformation of the source bed, the migration and enrichment of iron substance and the formation of economic deposits. The Luoci-Yimen fault zone controlled the distribution of the iron orefield while the lateral structures (e.g. the Etouchang compounding shear structure) controlled the occurrence of the deposit.

The reformation and enrichment of the Etouchang-type iron deposits were concomitant with the formation of an ore-controlling structure. The scale and grade of the orebodies were strictly controlled by the structural pattern, and the orebodies occurred in the shear structures and were enriched in the tensional portion of a compressive structure.

* Department of Geology, Kunming Institute of Technology, Kunming, Yunnan.