

# 铁矿

# 一、铁矿的工业矿物、矿石类型

1、铁矿的工业矿物

2、铁矿的矿石类型和组成特征

# 1、铁矿的工业矿物

含铁矿物种类繁多,但在当前技术条件下,具有工业利用价值的铁矿石种类有限,主要有赤铁矿、磁铁矿、磁赤铁矿、菱铁矿、钛铁矿、褐铁矿等(针铁矿、纤铁矿)。

铁的工业矿物	化学式	铁含量
磁铁矿	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Fe72.4%
赤铁矿（结晶的鳞片状赤铁矿称镜铁矿）	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Fe70%
菱铁矿	$\text{FeCO}_3$	Fe 48.3%
褐铁矿	$n\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ $n=1-3, m=1-4$	Fe 48%--62.9%

褐铁矿实际上并不是一个矿物种，是含水的氧化铁矿石，由其它矿石风化后形成。而是针铁矿、水针铁矿、纤铁矿、水纤铁矿和含不同结晶水的氧化铁、泥质等的混合物。化学成分变化大，含水量变化也大。

## 二、铁矿石

### 1、磁铁矿 $\text{Fe}_3\text{O}_4$

磁铁矿为氧化物类矿物矿石。

等轴晶系。晶体呈八面体、十二面体。晶面有条纹。

多为粒块状集合体。铁黑色，或具暗蓝靛色。条痕黑，半金属光泽。不透明。无解理。断口不平坦。硬度5.5~6.5。密度5.16~5.18g/cm<sup>3</sup>。具强磁性。性脆。无臭

常产于岩浆岩、变质岩中。海滨沙中也常存在。

鉴定特征：八面体晶形，黑色，条痕黑色，无解理，强磁性。

## 二、铁矿石

### 1、磁铁矿 $\text{Fe}_3\text{O}_4$



## 二、铁矿石

### 2、赤铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3$

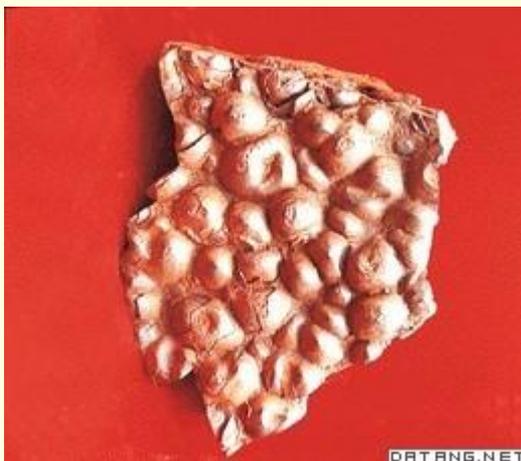
晶体常呈板状；集合体通常呈片状、鳞片状、肾状、鲕状、块状或土状等。呈红褐、钢灰至铁黑等色，条痕均为樱红色。金属至半金属光泽。摩斯硬度5.5~6.5，比重4.9~5.3。

#### 鉴定特征

樱桃红色或红棕色条痕为其特征，具各种形态和无磁性

# 二、铁矿石

## 2、赤铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3$



## 二、铁矿石

### 3、镜铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3$

赤铁矿变种、与石英伴生；

物理性质：

硬度为5.5-6、比重为5.0-5.3g/cm<sup>3</sup>、无解理、贝壳状断口、红棕色、条痕红色、不透明、金属光泽至半金属光泽或土状光泽；细薄片或晶体碎片边缘透光；无发光性、性脆，镜铁矿具有磁性；

鉴定特征：

樱红色条痕是鉴定赤铁矿的最主要的特征；此外，形态和无磁性(镜铁矿例外)可与磁铁矿相区别；

成因产状：

以热液作用，沉积作用和沉积变质作用为主；

## 二、铁矿石

### 3、镜铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3$



## 二、铁矿石

### 4、菱铁矿 $\text{FeCO}_3$

菱铁矿是一种分布比较广泛的矿物，当菱铁矿中的杂质不多时可以作为铁矿石来提炼铁。

菱铁矿一般为晶体粒状或致密块状、球状、凝胶状。颜色一般为灰白或黄白，风化后可变成褐色或褐黑色等。

菱铁矿一般呈薄薄一层与页岩、粘土或煤在一起。

菱铁矿在氧化水解的情况下可变成褐铁矿。

## 二、铁矿石

### 4、菱铁矿 $\text{FeCO}_3$



## 铁矿床的成因类型

- 1、岩浆型铁矿床
- 2、矽卡岩型铁矿床
- 3、玢岩型铁矿床
- 4、沉积型铁矿床
- 5、沉积—变质型铁矿床

## 2、铁矿的矿石类型和组成特征

(1) 按照**矿物成分**可分五种类型

磁铁矿矿石、赤铁矿矿石、褐铁矿矿石、钛磁铁矿矿石、菱铁矿矿石；

(2) 按照**结构、构造**又可分为：

致密块状矿石、浸染状矿石、条纹条带状矿石、网脉状矿石、角砾状矿石、鲕状和肾状矿石；

(3) 按照**铁的含量**可分：

富铁矿石：含Fe > 45%磁铁矿矿石、赤铁矿矿石；

含Fe > 30-35%菱铁矿矿石；

贫铁矿石：Fe含量在25-45%之间磁铁矿、赤铁矿矿石；

Fe含量在20-30%之间菱铁矿矿石。

## 2、铁矿的矿石类型和组成特征

### (4) 根据共生有益组分

单一铁矿石、综合铁矿石(Mn、Ni、Co、V、Cr、Mo、W, etc.) ;

### (5) 根据矿石氧化程度

按TFe/FeO比值:

氧化矿石—— $TFe/FeO > 3.5$ ;

原生矿石—— $TFe/FeO < 3.5$ ;

# 铁矿

- **岩浆分结矿床——四川攀枝花钒钛磁铁矿矿床**
- **矽卡岩型矿床——大冶铁矿**
- **高温热液矿床——马鞍山铁矿**
- **沉积型矿床——宣化铁矿**
- **沉积-变质矿床——辽宁鞍山弓长岭铁矿**

# 典型矿床： 我国攀枝花钒钛磁铁矿矿床

矿床位于康滇地轴中段西缘的安宁河深断裂带。含矿辉长岩体长约35km，宽约2km，为一走向北东45°、倾向北西、倾角50~60°的单斜状岩体。

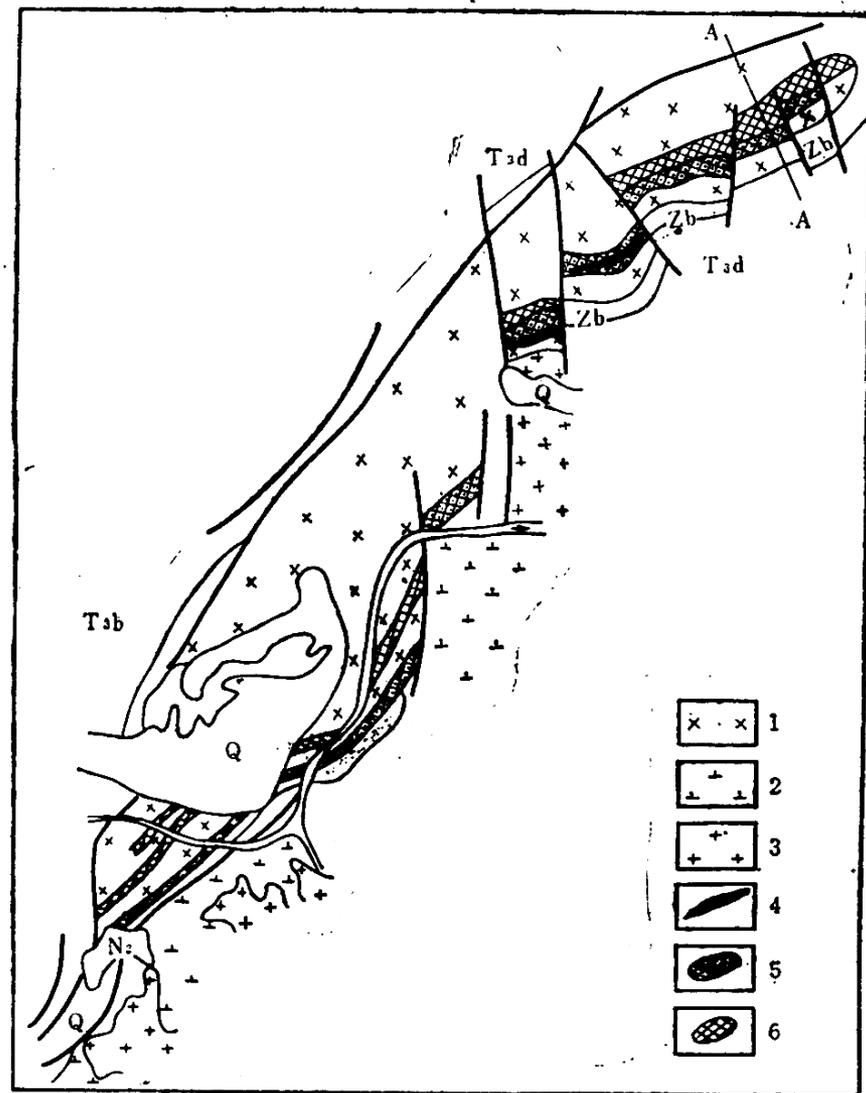


图 4-11 攀枝花钒钛磁铁矿床地质示意图

(据地科院原图简化)

1—层状辉长岩；2—闪长岩；3—花岗岩；4—致密状矿体；5—稠密浸染状矿体；6—稀疏浸染状矿体  
Zb—震旦系灯影组；T<sub>3b</sub>—三叠系丙南组；T<sub>3d</sub>—三叠系大荞地组；N<sub>2</sub>—第三系上新统；Q—冲积层

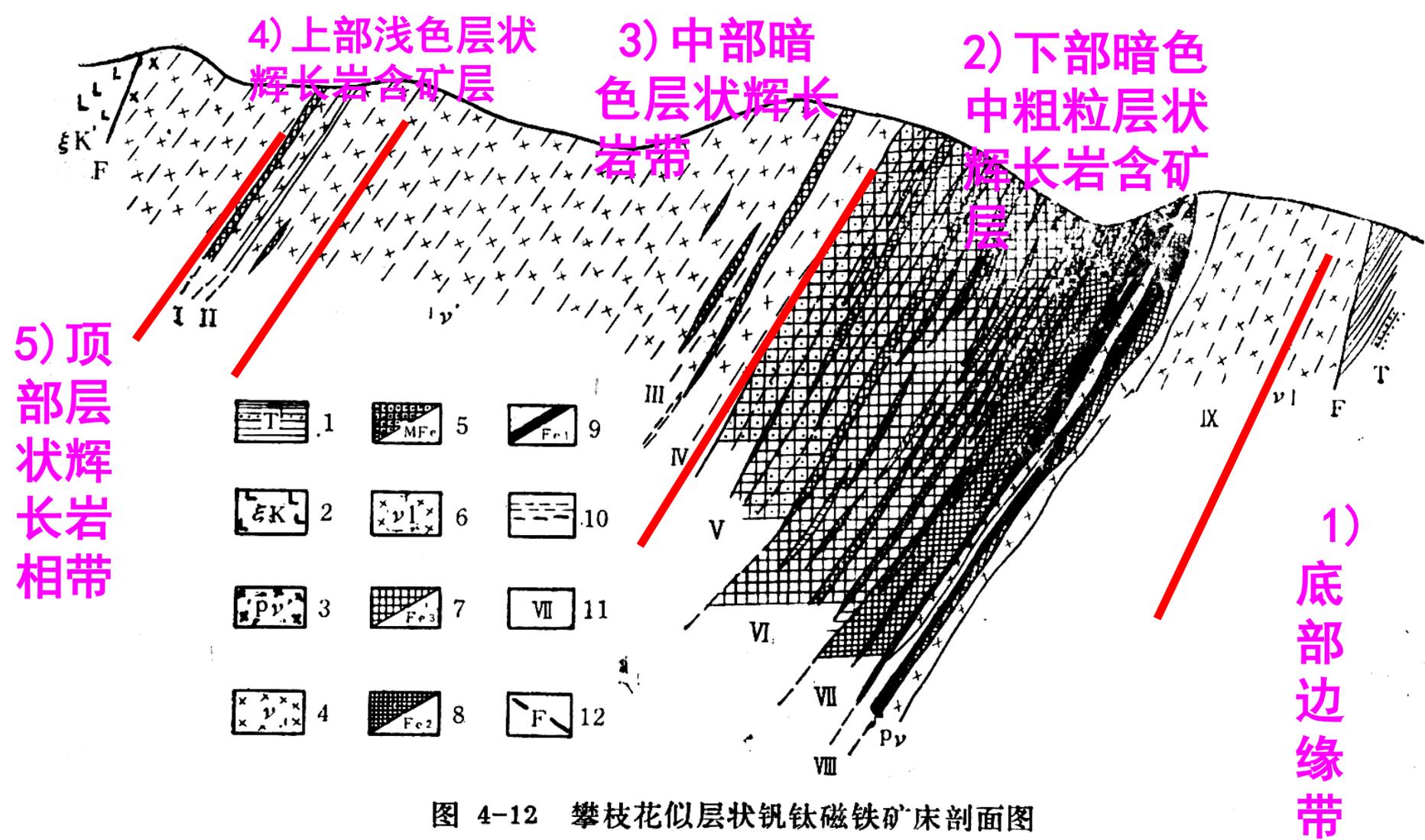


图 4-12 攀枝花似层状钒钛磁铁矿床剖面图

1—上三叠统砂页岩；2—角闪正长岩；3—粗粒辉长岩；4—层状细粒辉长岩；5—层状含铁辉长岩；6—细粒辉长岩；7—稀疏浸染状矿体；8—致密浸染状矿体；9—致密块状矿体；10—辉长岩层状构造；11—矿带编号；12—断层

岩体自下而上由五个岩相带组成，含有九个矿带，各矿带之间常有韵律性变化。

矿床属层状型，岩体分异较好，具明显的韵律结构，从上到下岩石基性程度和含矿性增高， $\text{TFe}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Cu}$ 递增，矿物颗粒增大。

根据岩石类型和含矿性，可把岩体大致分为三类：铁质超基性岩体、富铁质超基性岩体和铁质基性岩体。后两种岩体往往规模巨大，分异良好， $m / f$  值一般为0.6~1.4，最高为1.9，是形成钒钛磁铁矿的主要母岩。

矿石中主要金属氧化物为钛磁铁矿、钛铁矿、钛铁晶石，镁铝尖晶石，次为磁铁矿、钙钛矿、锐钛矿等。硫化物有磁黄铁矿、镍黄铁矿、硫钴矿—硫镍钴矿、辉钴矿，此外还有砷铂矿。

矿石以层状、块状和斑杂状构造为主，具海绵陨铁结构，磁铁矿和叶片状钛铁晶石(氧化后为钛铁矿)呈格状结构，粒钛铁矿呈细小独立矿物。钒主要呈类质同象含于磁铁矿中。

矿床规模大，矿石富，为天然的合金矿石，具有很大工业价值。

矿床属晚期岩浆结晶分异成因，在岩浆分异过程中，重力分异起了主导作用。

## 矿石特征

### (1) 组构

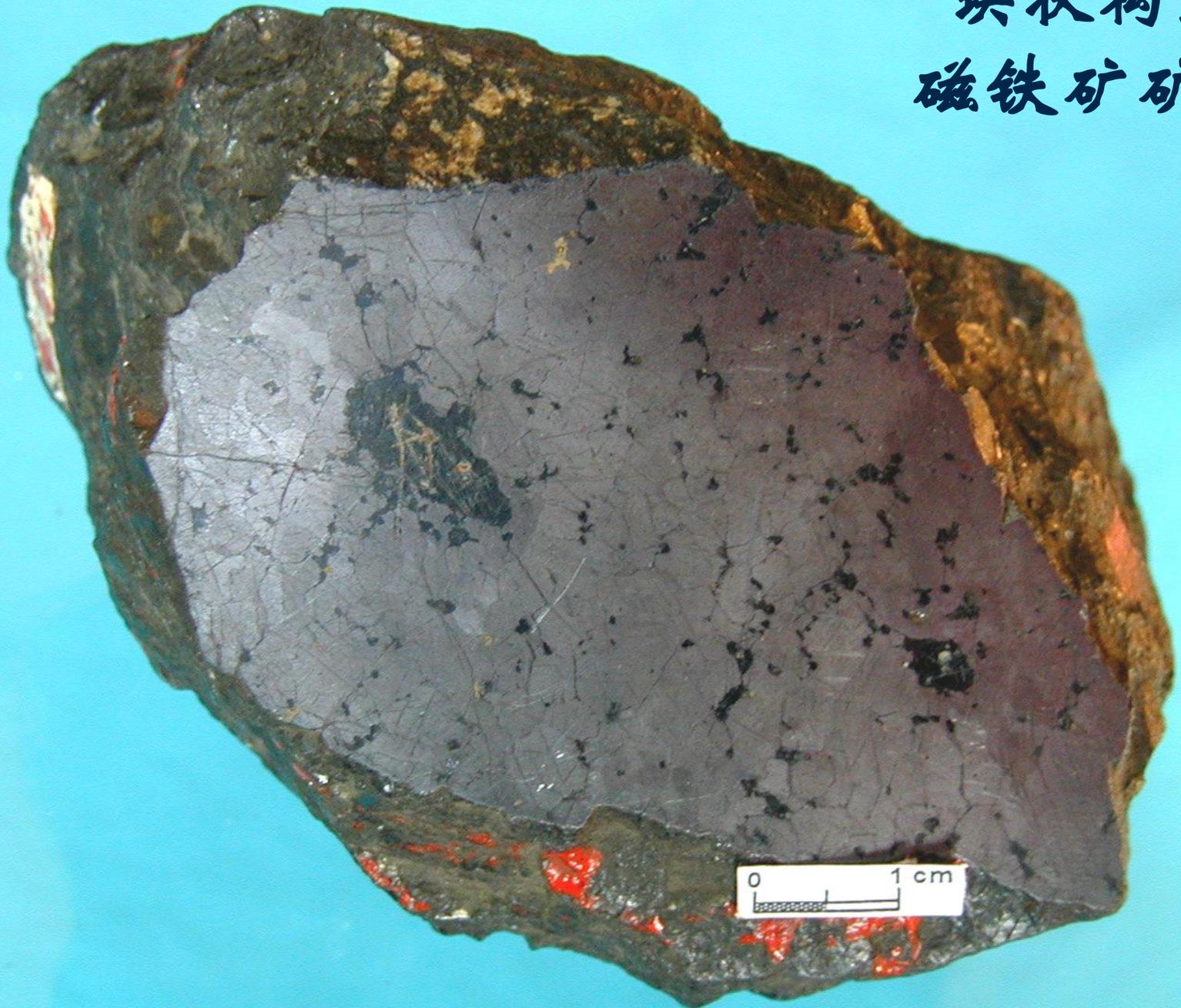
矿石结构—海绵陨铁结构、填隙结构为主，另有反应嵌晶结构和熔融交代结构等；

矿石构造—块状和斑杂状构造为主，其次浸染状构造；

### (2) 组成

金属矿物—主要为钛铁矿、钛磁铁矿、钛铁晶石、镁铝尖晶石，次为磁铁矿、钙钛矿、锐钛矿等。另外还有少量硫化物（1~2%）。

块状构造  
磁铁矿矿石





攀枝花F-11'-9浸染状矿石

放大倍数 10×20

# 化学成分

有用元素—Fe、V、Ti;

伴生有益元素—Cr、Mn、Co、Ni、Cu、PGE等;

矿石品位：在25~47.5%之间，富矿TFe=47.44%，中矿TFe=39.48%，贫矿TFe=25.14%。

## 4.成矿物理化学条件

$T = 683 \sim 850^{\circ}\text{C}$  ,  $P = 5 \times 10^8 \text{Pa}$  ,  $f_{\text{O}_2} = 9.87 \text{Pa}$ 。

## 5.成矿时代与成因讨论

(1)  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 测定岩体中钛普通辉石，得出两个年龄：一是高温阶段坪年龄 **$1500.8 \pm 5.17 \text{Ma}$** （中元古代），代表含矿岩体侵入年龄；二是低温阶段视年龄 **$712.7 \pm 61.4 \text{Ma}$** ，代表后期热扰动事件年龄。

## (2) 元素地球化学

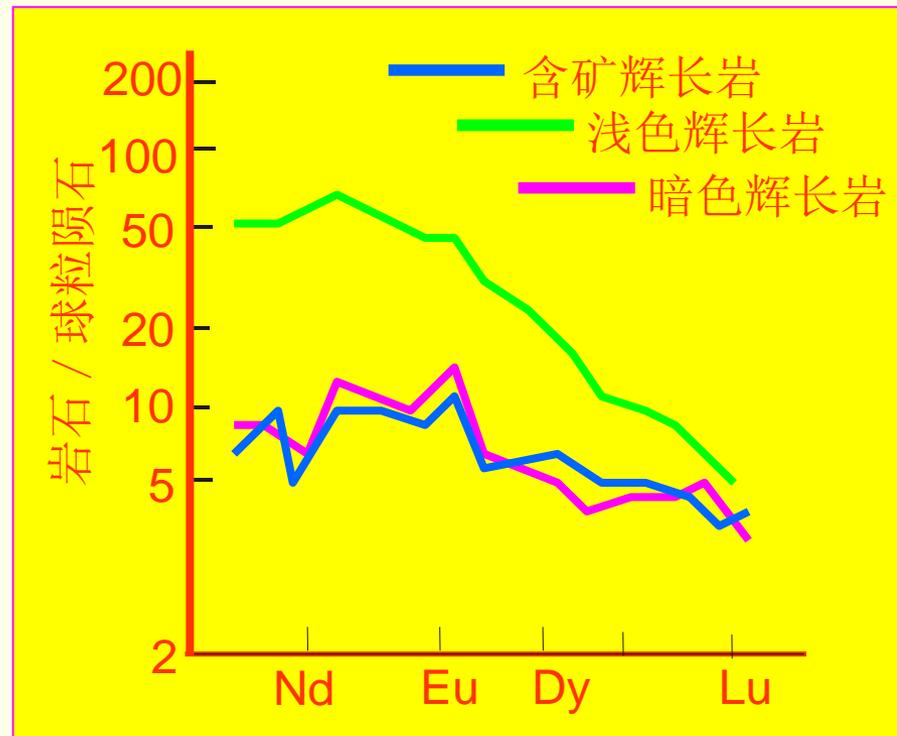
- 辉长岩稀土总量偏低，配分曲线平缓说明含矿岩浆起源上地幔，含矿辉长岩和暗色辉长岩关系密切。

## (3) 成矿作用

- 岩浆结晶分异作用的中晚期，且以重力分异作用为主。

## (4) 成因类型

晚期岩浆结晶分异成矿作用形成的晚期岩浆分结矿床。



# 三、矿床成因分析

## 1. 成矿温压条件

温度: $<1400^{\circ}\text{C}$

压力: $<22-24 \times (10^8\text{Pa})$

## 2. 形成时代

依据单粒锆石U/Pb法测得的（1号岩体）镁铁-超镁铁杂岩的形成年龄为216Ma，相当于印支晚期，该区处于古亚洲洋构造体系和太平洋中生代构造体系的交接转折时期。

争

卢纪仁等(1988)研究后提出,自寒武纪末到奥陶纪初,康滇地轴隆起,同时发生大规模玄武岩浆活动,含钒钛磁铁矿矿床的层状岩体群则在此阶段形成,同位素年龄约500Ma。最近的同位素年龄数据表明,有一部分岩体可能形成于元古代(齐中欣,1989)。

鸣

在地幔上隆时有2~5%的地幔物质部分熔融,深度约在50km,压力为 $15 \times 10^8 \text{Pa}$ 。当安宁河断裂重新活动时,因减压使岩浆上升了35~45km,形成了上部岩浆房, $T=1250^\circ\text{C}$ ,  $P=5 \times 10^8 \text{Pa}$ ,  $f \text{O}_2=9.87 \text{Pa}$ 。当岩浆结晶时,在较高压力下生成辉长岩-辉石岩-橄榄岩型,在低压下生成辉长岩型。由于整个岩浆体系处在较高的氧逸度条件下,钛磁铁矿的稳定域扩大,故从岩浆早期即可大量晶出,一直延续到晚期,因此将攀西地区钒钛磁铁矿床判定为晚期岩浆矿床是不妥的。

# 标本观察要点

## 其 矿石

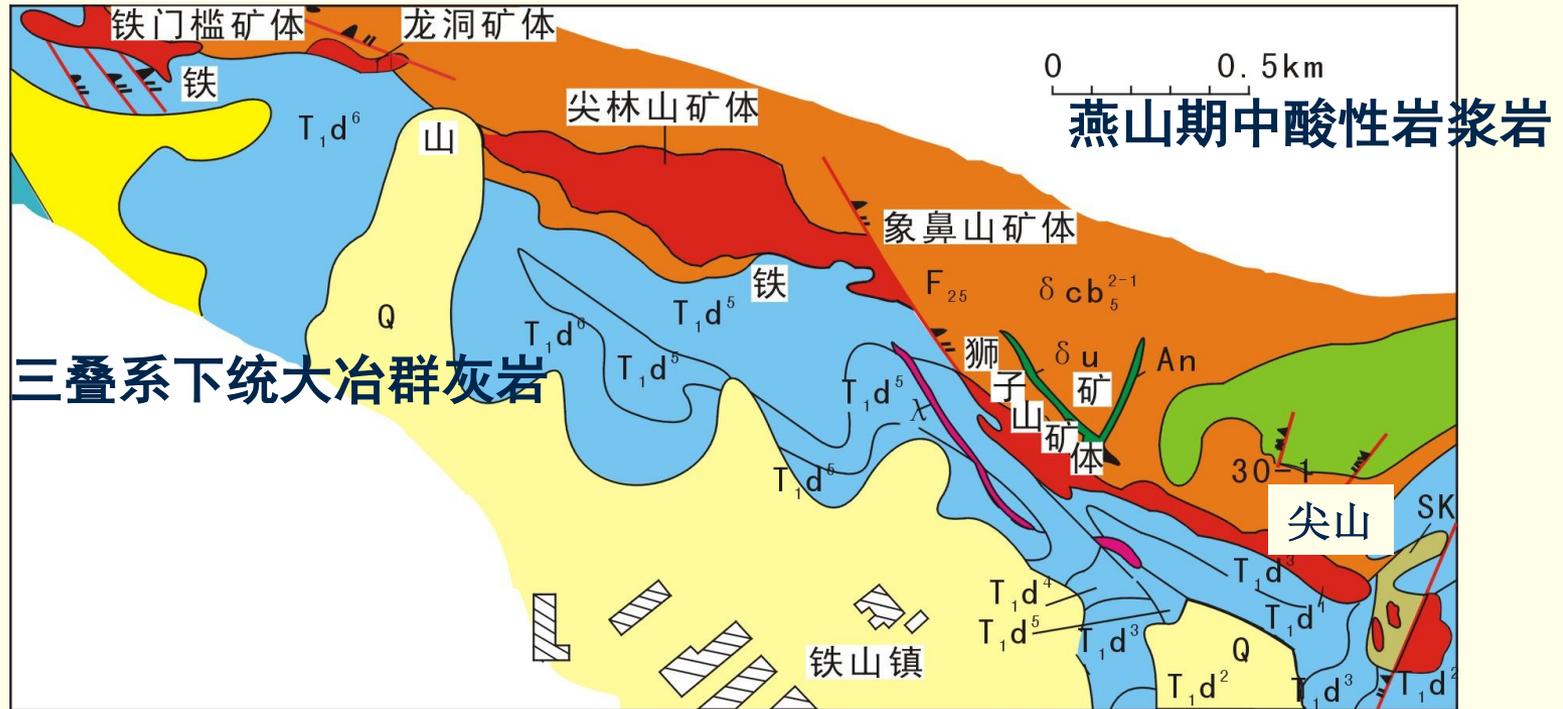
### ■ 攀枝花

- **条带状构造**——注意钛磁铁矿和硅酸盐结晶粒度及其组成条带的宽度，金属氧化物和硅酸盐的变化关系是过渡界线或突变界线，是否反映火成堆积现象
- **致密块状和浸染状构造**——观察两者之间的钛磁铁矿的分布及其演变
- **海绵陨铁结构**：观察钛磁铁矿和硅酸盐的结晶先后、形态特点及相互关系

# 铁矿

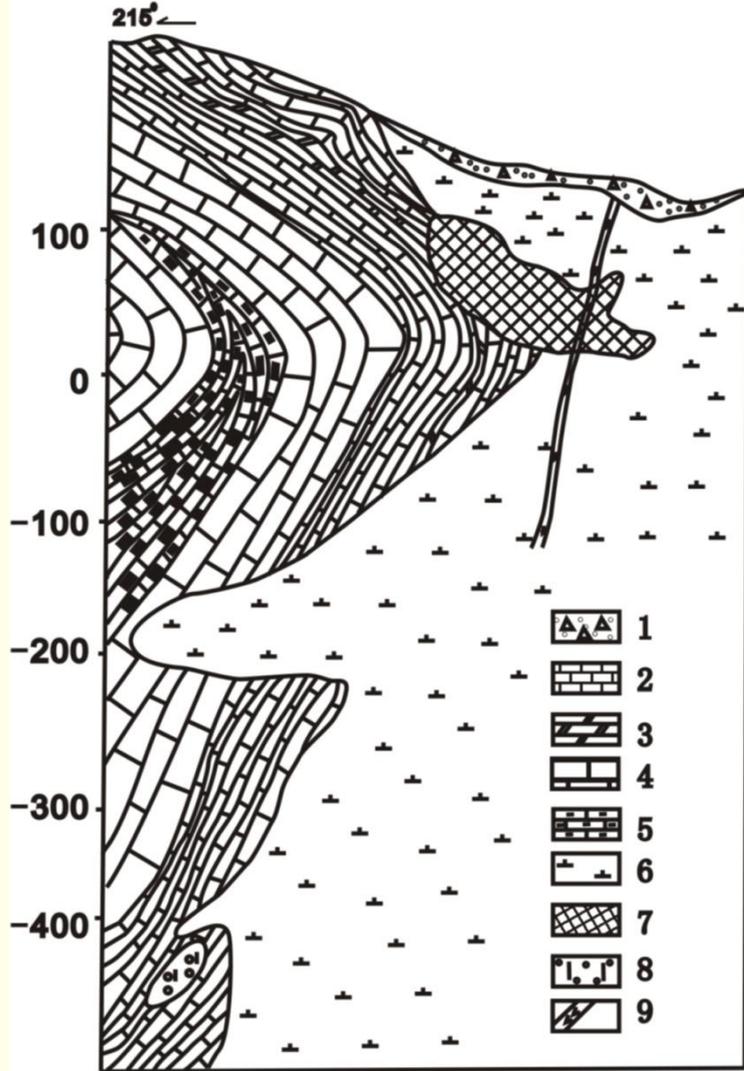
- 岩浆分结矿床——四川攀枝花钒钛磁铁矿矿床
- 矽卡岩型矿床——大冶铁矿
- 高温热液矿床——马鞍山铁矿
- 沉积型矿床——宣化铁矿
- 沉积-变质矿床——辽宁鞍山弓长岭铁矿

# 典型矿例：湖北大冶铁矿床



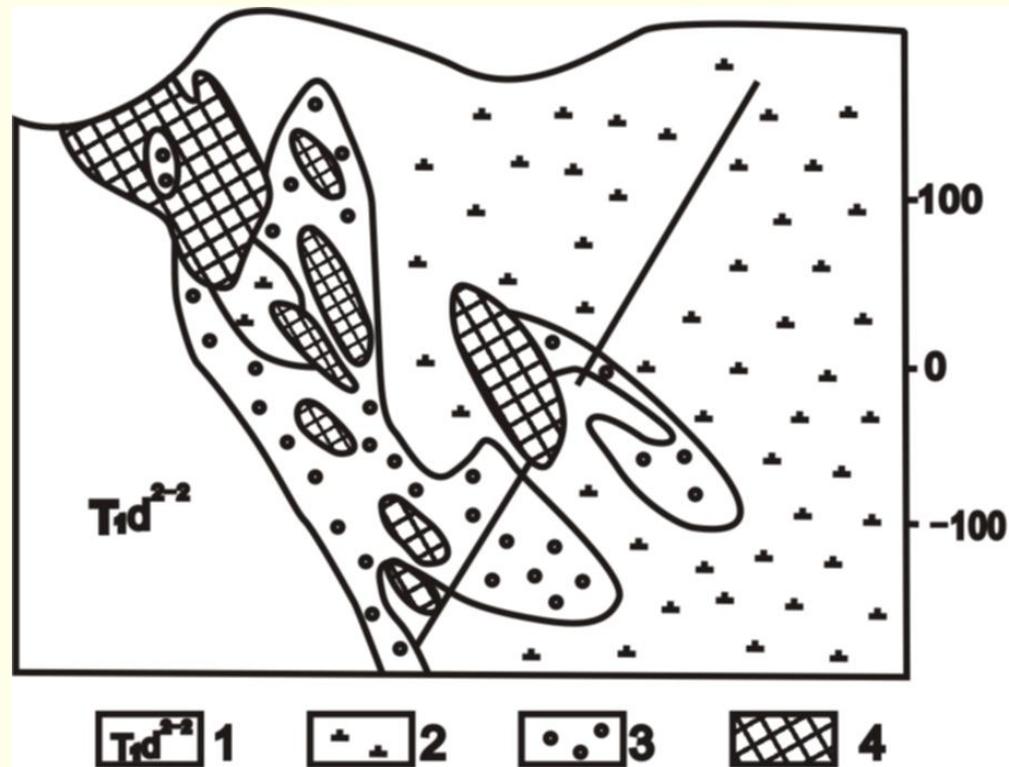
- |           |    |                               |    |                               |    |                               |    |                               |    |                               |   |                               |   |                               |   |                     |   |                             |    |            |    |
|-----------|----|-------------------------------|----|-------------------------------|----|-------------------------------|----|-------------------------------|----|-------------------------------|---|-------------------------------|---|-------------------------------|---|---------------------|---|-----------------------------|----|------------|----|
| Q         | 1  | T <sub>1</sub> d <sup>7</sup> | 2  | T <sub>1</sub> d <sup>6</sup> | 3  | T <sub>1</sub> d <sup>5</sup> | 4  | T <sub>1</sub> d <sup>4</sup> | 5  | T <sub>1</sub> d <sup>3</sup> | 6 | T <sub>1</sub> d <sup>2</sup> | 7 | T <sub>1</sub> d <sup>1</sup> | 8 | $\delta cb_5^{2-1}$ | 9 | $\beta D \delta cb_5^{2-1}$ | 10 | $\delta u$ | 11 |
| $\lambda$ | 12 | An                            | 13 | SK                            | 14 |                               | 15 |                               | 16 |                               |   |                               |   |                               |   |                     |   |                             |    |            |    |

矿区内共有六个矿段。矿体从东到西逐渐变小。



21勘探线剖面图（象鼻山矿体）

1. 残坡积层 2, 3, 4, 5. 大理岩  
 6. 闪长岩（局部矽卡岩化）7. 铁矿体  
 8. 矽卡岩 9. 煌斑岩



35勘探线剖面图（尖山矿体）

1. 第二、三段石榴子石大理岩 2. 闪长岩（部分蚀变）  
 3. 矽卡岩 4. 铁矿体

**矿石构造以致密块状为主；**

**主要金属矿物为磁铁矿，其次有黄铜矿、黄铁矿呈条纹状分布于块状矿石中；**

**脉石矿物主要有透辉石、金云母、方解石、白云石等。**

**矿石中含钴较富，也普遍含铜。铜和钴都可综合利用。**



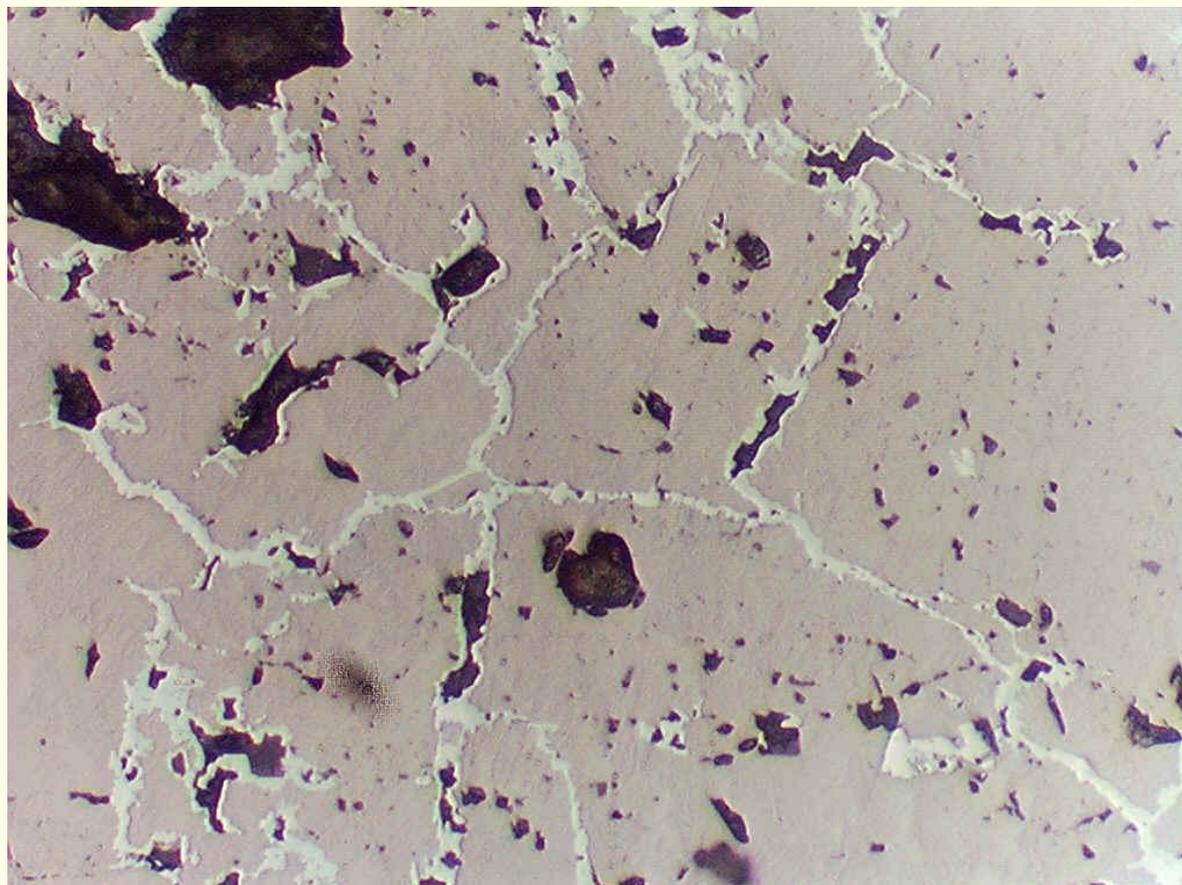
## 气孔状构造

磁铁矿矿石中具有形态不规则的气孔，气孔大小不一，孔壁上布满磁铁矿的晶体。气孔有时被后期黄铁矿、石英或方解石充填。

## 花斑状构造

后期热液叠加的菱铁矿（棕色）、碳酸盐（白色）充填在早期形成的磁铁矿矿石的气孔内。





### 网状结构

赤铁矿（灰白色）沿磁铁矿（灰色）晶隙交代呈网状。

# 铁矿

- 岩浆分结矿床——四川攀枝花钒钛磁铁矿矿床
- 矽卡岩型矿床——大冶铁矿
- 高温热液矿床——马鞍山铁矿
- 沉积型矿床——宣化铁矿
- 沉积-变质矿床——辽宁鞍山弓长岭铁矿

# 玢岩型铁矿床

## (一)、概念:

玢岩型铁矿床是我国地质工作者所确定和命名的一种矿床类型，其类似斑岩型铜矿床的概念，是指产于陆相火山岩分布区域内，与玄武质、安山质岩浆的火山-侵入活动有关的一组矿床。

我国宁芜地区铁矿床是其典型代表。

## **(二)、一般特征**

### **(1) 地质构造背景**

活动大陆边缘内侧受洋壳俯冲作用影响形成的陆相断陷火山岩盆地。成矿的断陷盆地内富碱偏基性的中性火山活动强烈。成矿主要与次火山岩有关，成矿作用跨越了岩浆阶段和热液阶段。

### **(2) 矿床特征**

矿体位置多样，形态各异。

矿石矿物组合及结构构造因不同成因的矿体而异。

矿体围岩蚀变强烈，分带明显。

### **(3) 矿床成因**

与次火山热液活动有关，其中包括：火山热液充填型和接触交代型。

### (三) 宁芜玢岩型铁矿床

在**宁芜**火山断陷盆地中，晚侏罗世-早白垩世火山活动十分强烈，盆地内发育一套火山-侵入杂岩。

由老到新可分为4个旋回：

强烈的爆发→宁静的喷溢→次火山岩侵入

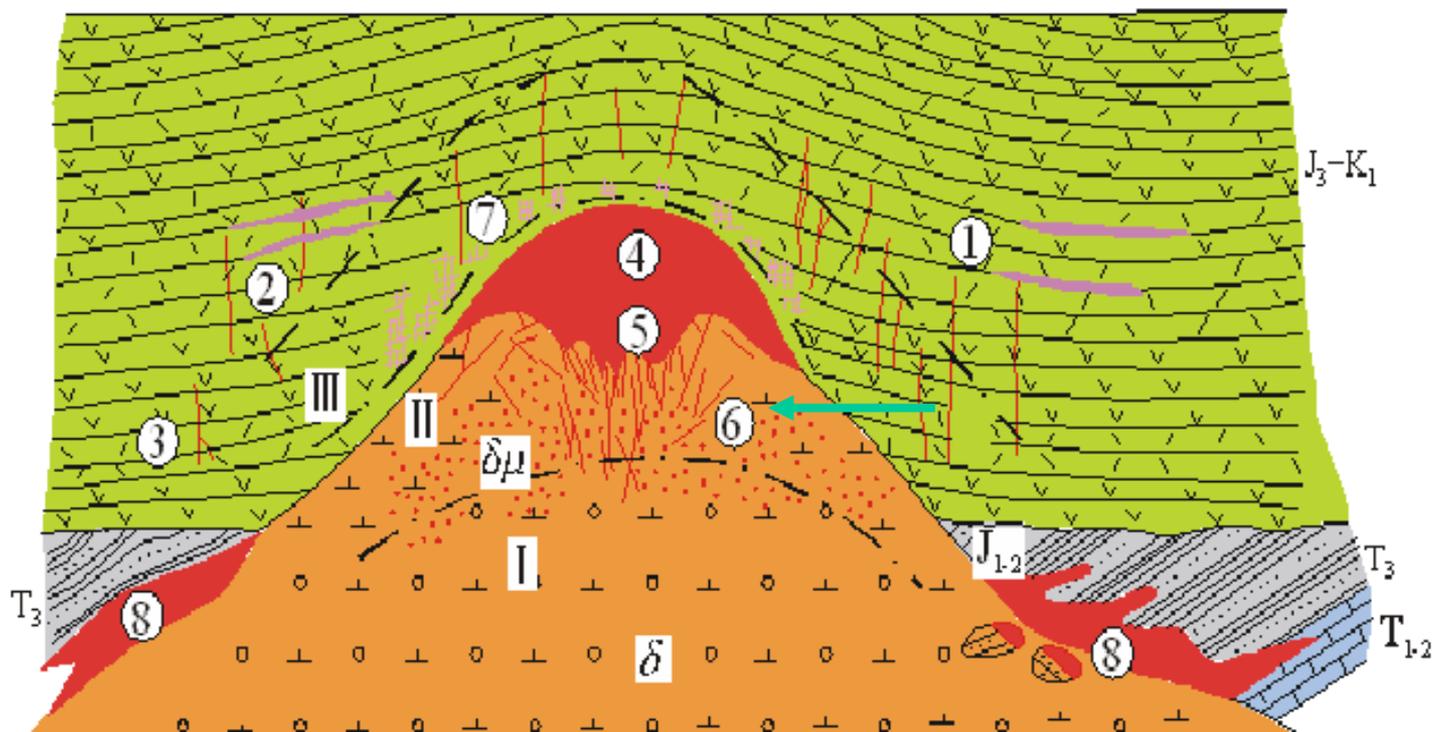
区内的铁矿床大多与第二旋回喷发结束阶段形成的**富钠质辉长闪长玢岩-辉长闪长岩**等次火山岩有关。

# 1. 矿化类型

由岩体内部到接触带再到围岩中，出现下列几种类型的铁矿化：

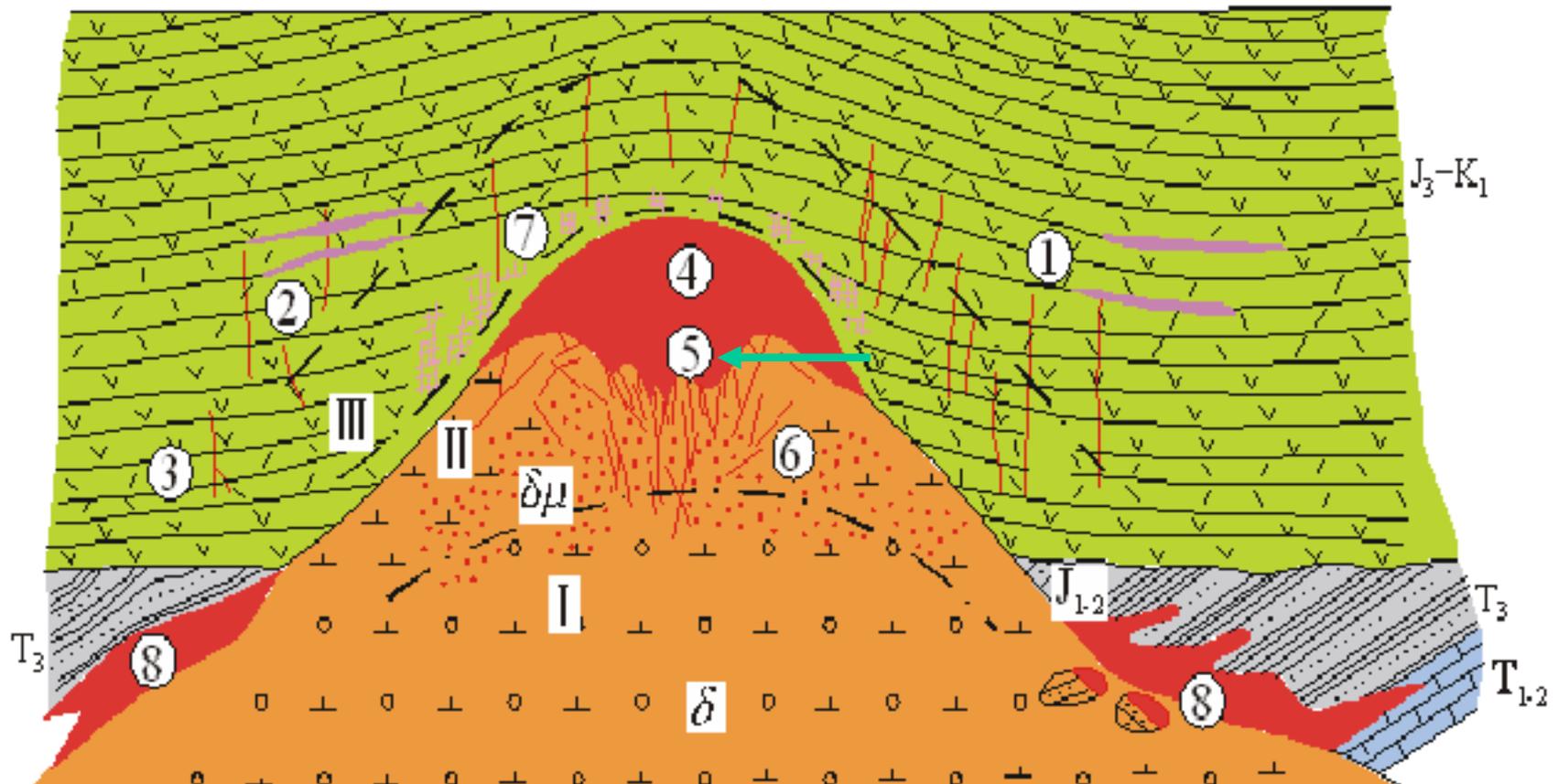
(1) 产于辉长闪长玢岩岩体中部的铁矿化(陶村式)：

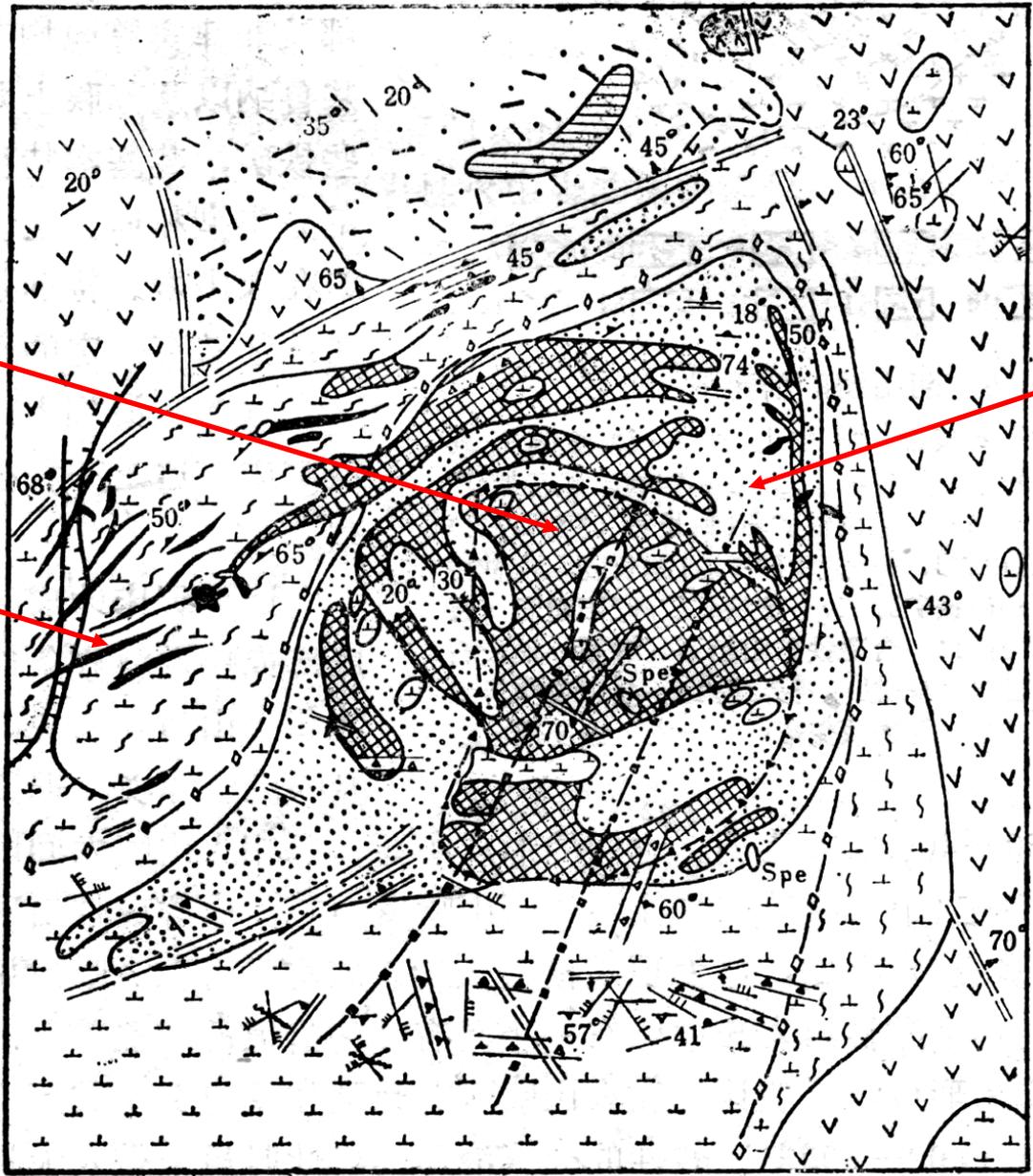
铁矿化呈浸染状或细脉浸染状，矿石组合为钠柱石—透辉石—磷灰石—磁铁矿，属晚期岩浆—高温热液交代矿床。



## (2)产于辉长闪长玢岩顶部或边部的铁矿化(凹山式):

部分矿体进入安山岩、凝灰岩等围岩中。矿化呈脉状、网脉状、角砾状和块状。矿石以透辉石—磷灰石—磁铁矿组合为特征，成因上属伟晶—高温气成热液充填矿床。





富铁矿石

贫铁矿石

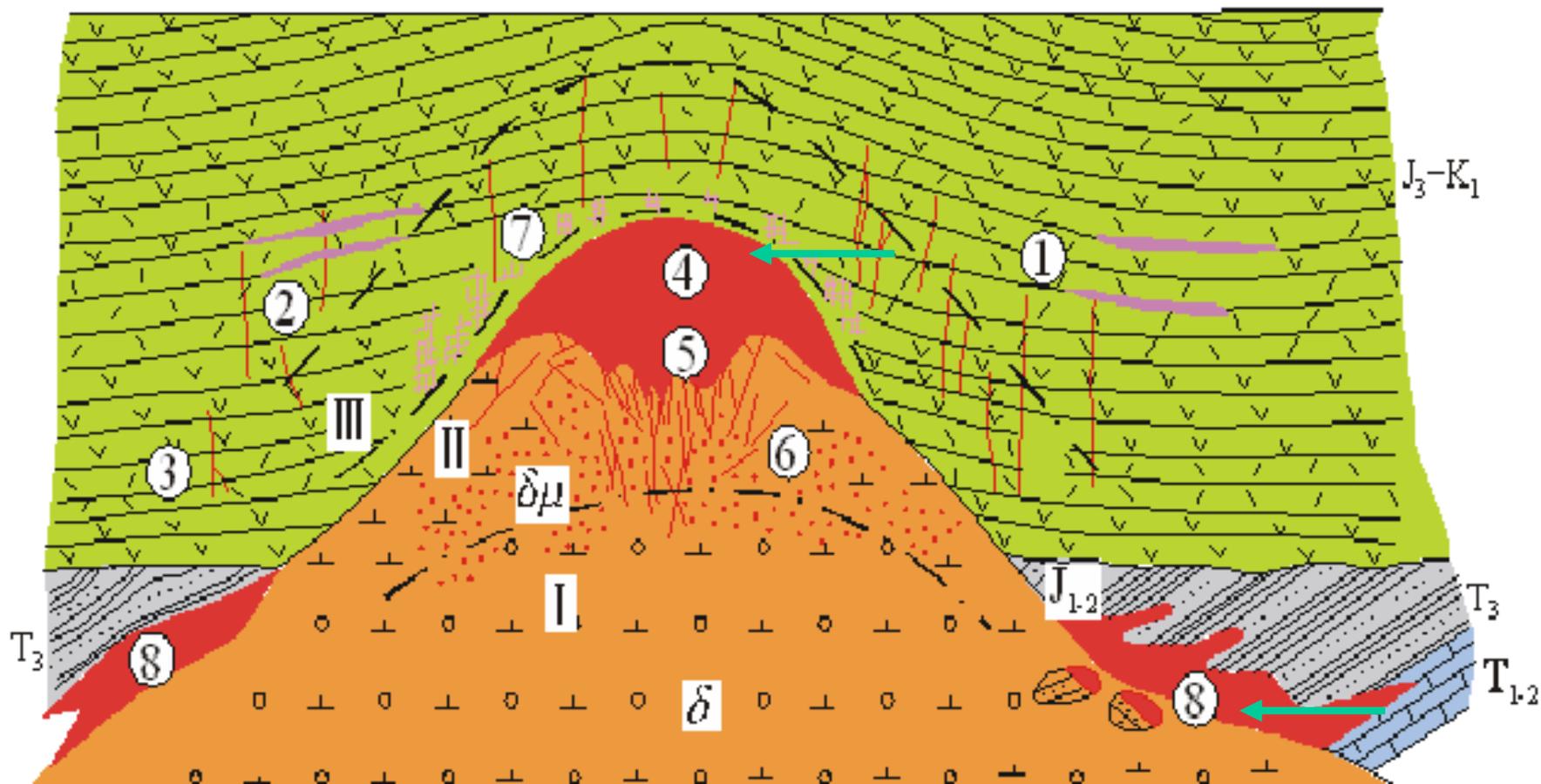
磁铁矿脉

安山岩

辉长闪长玢岩

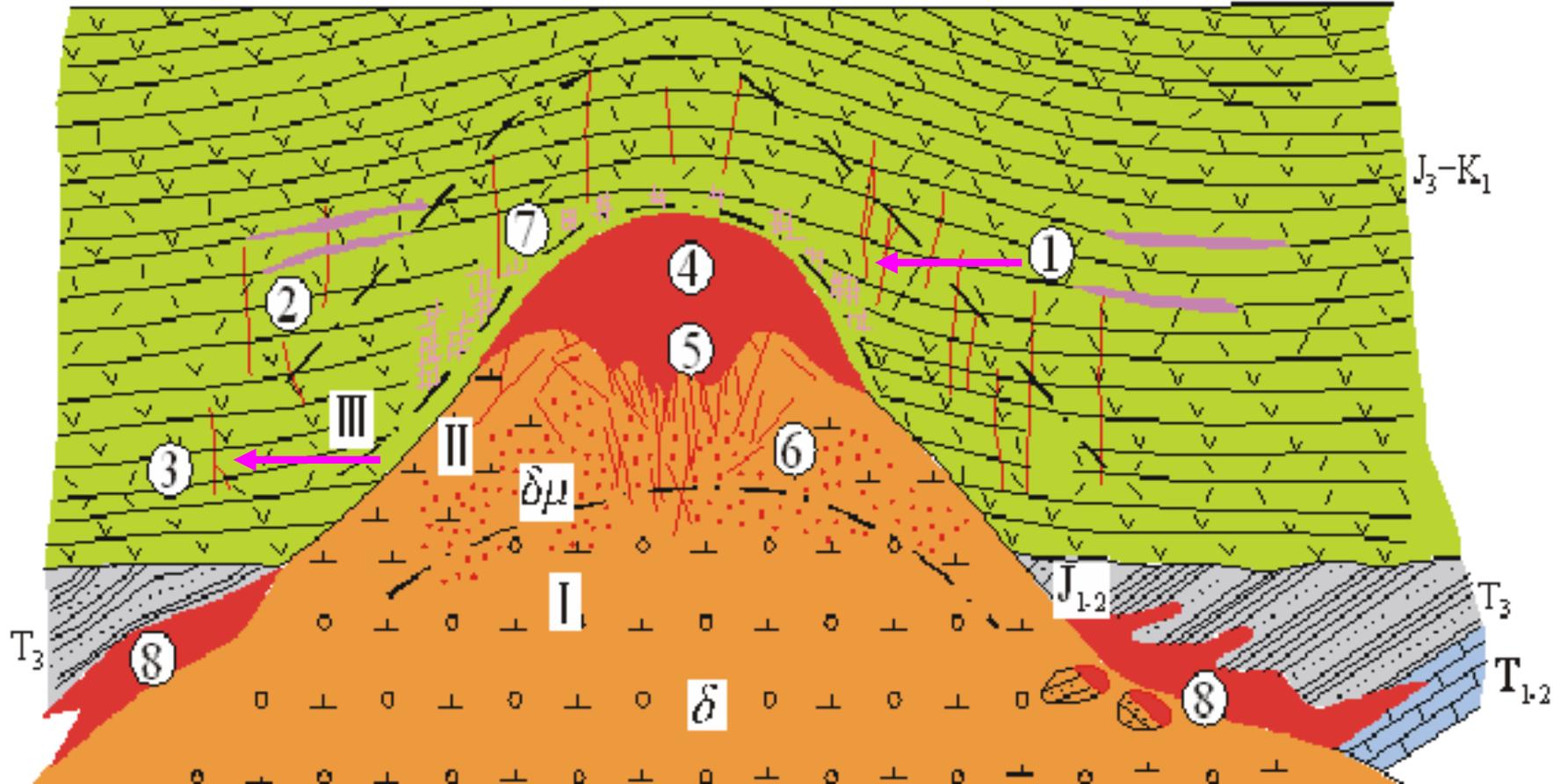
### (3)产于接触带上的铁矿化:

围岩为安山岩、凝灰岩时, 矿石组合主要为透辉石—石榴子石—磷灰石—磁铁矿(梅山式); 围岩为灰岩、砂页岩时, 矿石组合主要为透辉石—金云母—磷灰石—磁铁矿(凤凰山式)。两类矿石的构造均以块状、角砾状为主, 偶有条带状, 成因上属**矽卡岩型矿床**。



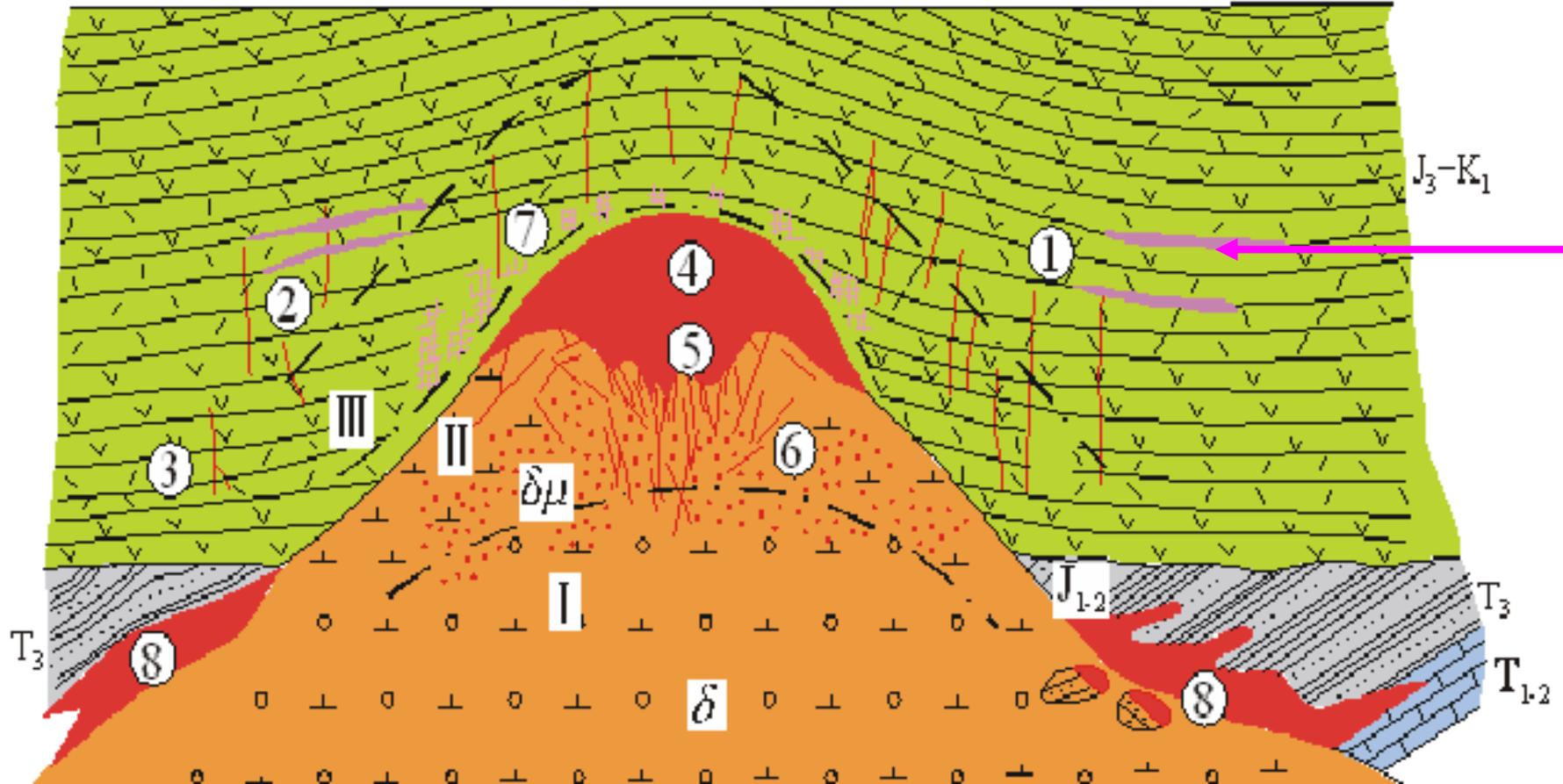
#### (4)产于岩体附近火山岩中的脉状、似层状铁矿化(龙虎山式):

围岩为安山岩及凝灰角砾岩，矿体受围岩中的断裂构造、火山沉积岩中的层理控制，围岩蚀变为高岭土化和硅化。矿石矿物主要由镜铁矿组成，属中低温热液充填矿床。



## (5)产于火山沉积岩中的层状铁矿床(龙旗山式):

矿体的围岩为沉凝灰岩、沉凝灰角砾岩和凝灰质粉砂岩，蚀变现象较弱。富铁的沉凝灰岩与凝灰质赤铁矿矿石呈渐变过渡关系，矿石为石英—赤铁矿组合，属火山沉积矿床。



**上述各类铁矿化是宁芜地区火山—侵入作用过程中形成的一套矿床组合。它们受不同的地质构造控制，但成因上和空间上互有联系，以上5种矿化可互为找矿标志。**

## 2. 矿体形态

(1)角砾岩筒状矿体：宁芜地区的玢岩铁矿床，除层状铁矿外，大多赋存于各类角砾岩筒中。

(2)脉状矿体和似层状矿体：主要为产于岩体边缘的冷却裂隙和岩体隆起部位的层状冷却收缩裂隙，它们控制了岩体内的脉状矿体和似层状矿体。

(3)受接触带构造控制的环状矿体：往往和塌陷角砾岩或裂隙带一起形成接触破碎带构造，控制了区内的矽卡岩型环状矿化。

### 3. 围岩蚀变

玢岩型铁矿中除火山—沉积型外，其余各类型都有不同程度的围岩蚀变。

按形成时间，蚀变可分3期：

早期蚀变以钠长石化、钠柱石化、透辉石化、石榴子石化最为发育，又称类矽卡岩化；

中期蚀变以阳起石化、绿帘石化、绿泥石化、金云母化和碳酸盐化为特征，称类青磐岩化；

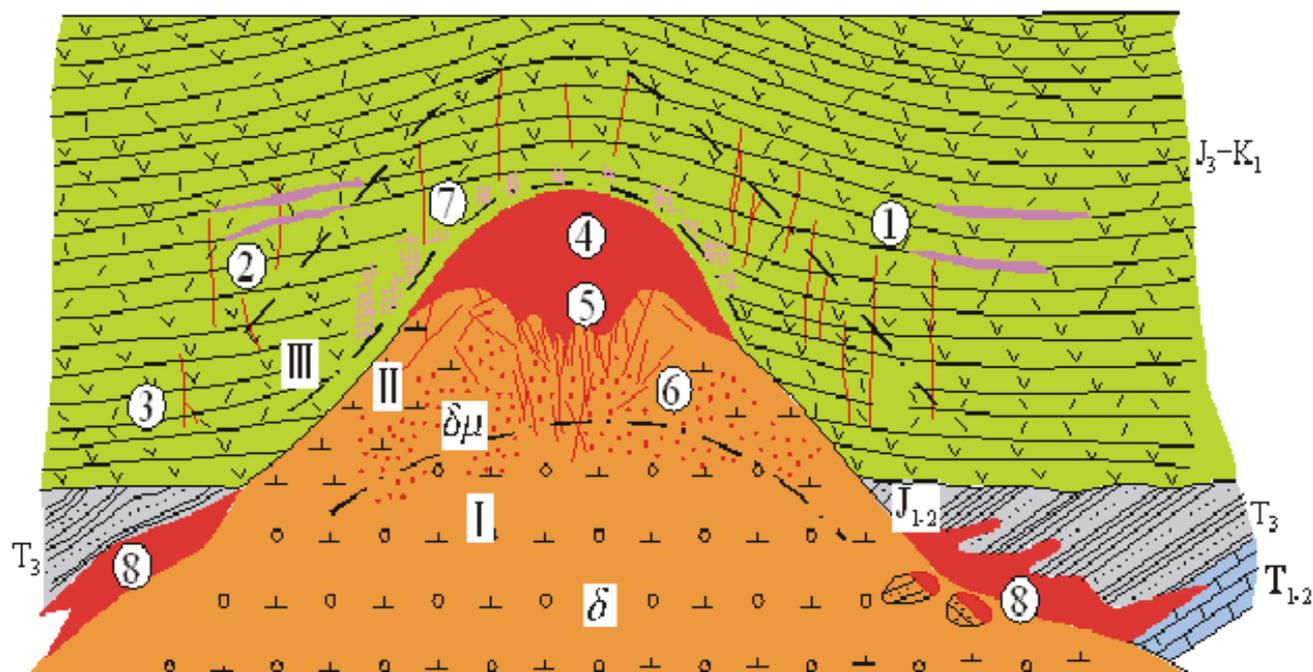
晚期蚀变有黄铁矿化、水云母化、高岭土化和碳酸盐化等。

按空间分布，围岩蚀变自下而上可分为3个带：

①**浅色蚀变带**分布于岩体下部，主要由早期蚀变产物辉石、钠长石构成；

②**深色蚀变带**分布于岩体上部至接触带附近的安山岩中，主要由早期的石榴子石、透辉石及中期叠加的绿泥石、绿帘石等组成；

③**上部浅色蚀变带**分布于接触带之上的安山质火山岩中，主要由黄铁矿化、硅化、石膏化和泥化带组成。



## 4. 矿床成因

(1) 分离结晶及熔离作用富集 (岩浆成因: 少量) ;

(2) 热液对火山岩及其围岩进行钠交代作用, 活化铁, 经转移再沉淀。 (热液成因)

玢岩型铁矿中磁铁矿的主要形成温度为 $550\sim 350^{\circ}\text{C}$ , 中温时形成假象赤铁矿和赤铁矿, 低温时形成黄铁矿。



# 铁矿

- 岩浆分结矿床——四川攀枝花钒钛磁铁矿矿床
- 矽卡岩型矿床——大冶铁矿
- 高温热液矿床——马鞍山铁矿
- 沉积型矿床——宣化铁矿
- 沉积-变质矿床——辽宁鞍山弓长岭铁矿

## 4. 重要的矿床类型

### (1)、浅海相沉积铁矿床

#### 有关成因问题

铁的克拉克值为4.2%，在氧、硅、铝之后居第四位。一般认为，沉积铁矿床的物质来源有三：

- ①陆地的风化壳；
- ②海底火山作用；
- ③海底含铁物质的分解。

## 搬运方式

①铁是呈 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体溶液被地表水带出风化壳，在适量腐殖酸的保护下，或者 $\text{Fe}^{3+}$ 离子与腐殖酸结合形成稳定的腐殖酸络合物，被河流搬运到汇水盆地中去。（前寒武纪晚期以来，大气氧含量高）。

②铁质呈二价离子，以 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 的真溶液形式进行搬运，或呈陆源碎屑搬运（前寒武纪早中期，大气中缺氧或少氧，二氧化碳含量却相当高）。

## 有关证据

不同的河流中铁的运移可有很大不同，如在前苏联普里皮亚特河中，25%的铁呈悬浮形式运移，75%的铁呈胶体形式运移。

山区河流落差大，水流急，铁主要以悬浮形式迁移，平原地区的河流则相反，铁常以胶体形式运移为主。

有机质含量高的河流往往呈胶体形式运移的铁所占的比例要高一些。

对自然界许多大型沉积铁矿床而言，其内广泛发育有鲕状、肾状等胶体沉积结构特征，由此可以断定，在其形成过程中，铁的迁移应以胶体形式为主。

## 现代沉积形成的鲕状铁质岩

非洲的乍得湖湖面积约24000km<sup>2</sup>，平均水深约3.5m。湖中之水有83%是由南部沙里河供给的。在湖的南部与沙里河三角洲联结的地带，在水深1~3m的局部地区，正在形成现代鲕状褐铁矿岩。据计算，该湖在320年的时间里，沉积了面积为2700km<sup>2</sup>、厚达40cm的鲕状铁质岩。

铁质来源于湖泊南部沙里河水系周围的风化岩石，铁呈氢氧化物胶体形式由沙里河搬运进入湖泊浅水地区聚沉而成。

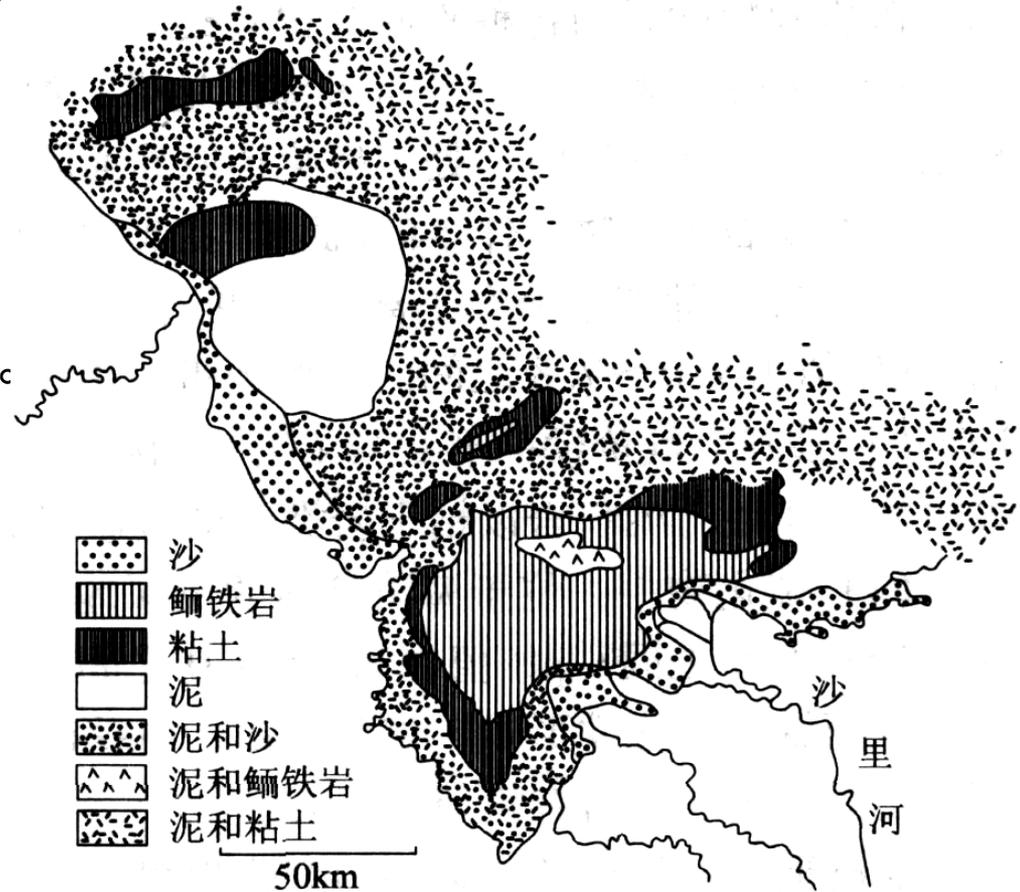


图 9-10 乍得湖现代鲕状褐铁矿岩沉积示意图  
(转引自姚凤良等, 1983)

## 矿床的有关特征

此类矿床规模大小不一，但矿层稳定，易于勘探。已知矿床如（河北）庞家堡、烟筒山，（湖北）火烧坪，（美）克林顿、（英）安普敦，（法）洛林。（[见图10-22](#)，[图10-23](#)）

### a. 地质构造背景

有利成矿的大地构造位置是稳定大陆板块陆表海及被动大陆边缘海盆地。成矿期间大陆物源区处于湿热气候带，而且为地势起伏不大的准平原化地区，铁质供应丰富而粗碎屑较少。铁矿沉积盆地多为近大陆的海湾、半封闭海湾及泻湖，铁矿石主要形成于潮坪及潮下浅海水域。

含矿岩系为海侵序列的一部分，常位于海侵岩序中、下部砂岩向页岩及碳酸岩盐过渡部位（[见图10-24](#)）。赋矿段岩石多为细砂岩、粉砂质页岩及页岩。含矿段之下常为砂岩及砂砾岩，其上常为页岩、黑色页岩或碳酸盐岩。（[见图10-25](#)）

## b. 矿床特征

矿体多呈层状、似层状、凸镜状整合地产于砂岩及页岩层间，横向稳定，厚度变化较小。自盆地边缘向中心铁的矿物相可出现如下分带：氧化矿物带→硅酸盐矿物带→碳酸盐矿物带→硫化物带。

([见图10-26](#))

铁的矿石矿物主要是赤铁矿、针铁矿、褐铁矿、鲕绿泥石、菱铁矿。主要脉石矿物为碎屑石英、白云石、方解石、玉髓、绿泥石、胶磷矿等，可见少量海绿石、黄铁矿。矿石多具鲕状构造，可见叠层石构造、豆状构造、角粒状构造、块状构造等。

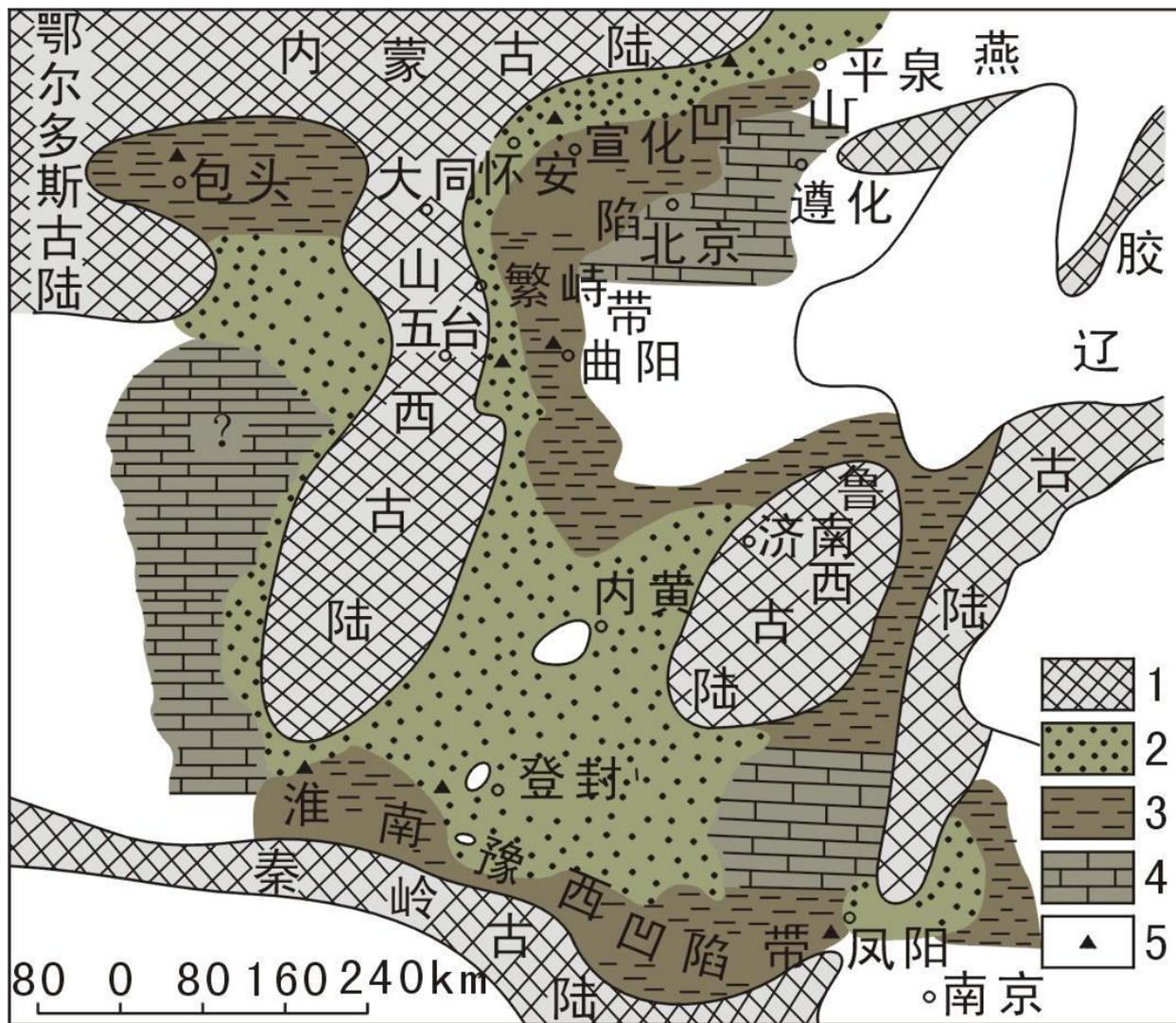


图10-22 宣龙式铁矿古地理条件示意图

1—古陆； 2—碎屑沉积区； 3—泥质沉积区；  
4—碳酸盐沉积区； 5—铁矿位置

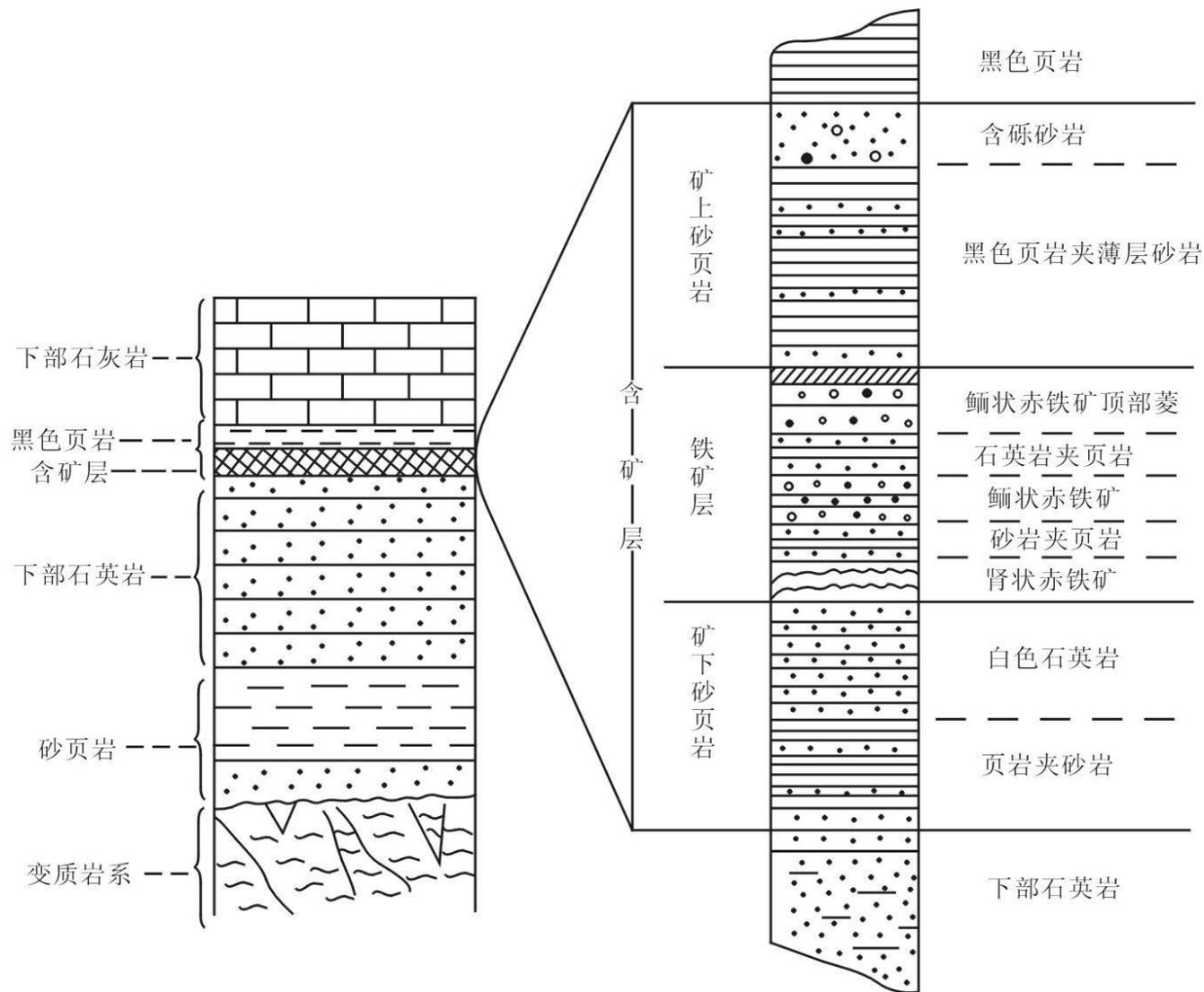


图10-24 庞家堡铁矿含铁岩系层序剖面图

## c. 矿床成因模式



图10-27 浅海相沉积铁矿床的成矿模式图

1-砂岩的粗碎屑岩；2-页岩及黑色页岩（含硫铁矿）；3-鲕状及叠层石状赤铁矿；4-鲕绿泥石；5-菱铁矿

我国此类矿床已知重要含矿地层有华北长城系（Ptch）（宣龙式），南方泥盆系（D）（宁乡式）。

庞家堡铁矿床位于河北省西北部张家口地区宣龙一带，在近4000km<sup>2</sup>范围内共有铁矿床24处。

## 大地构造背景

矿区位于燕辽沉降带西部的宣龙凹陷内。

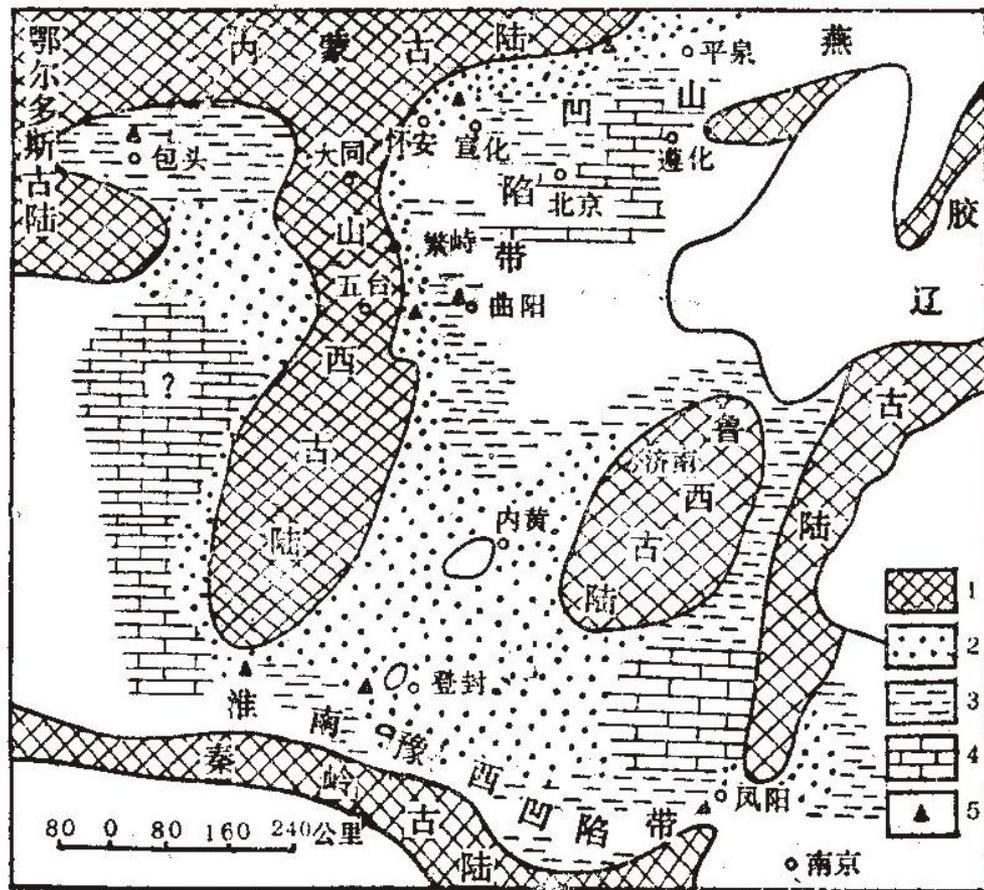
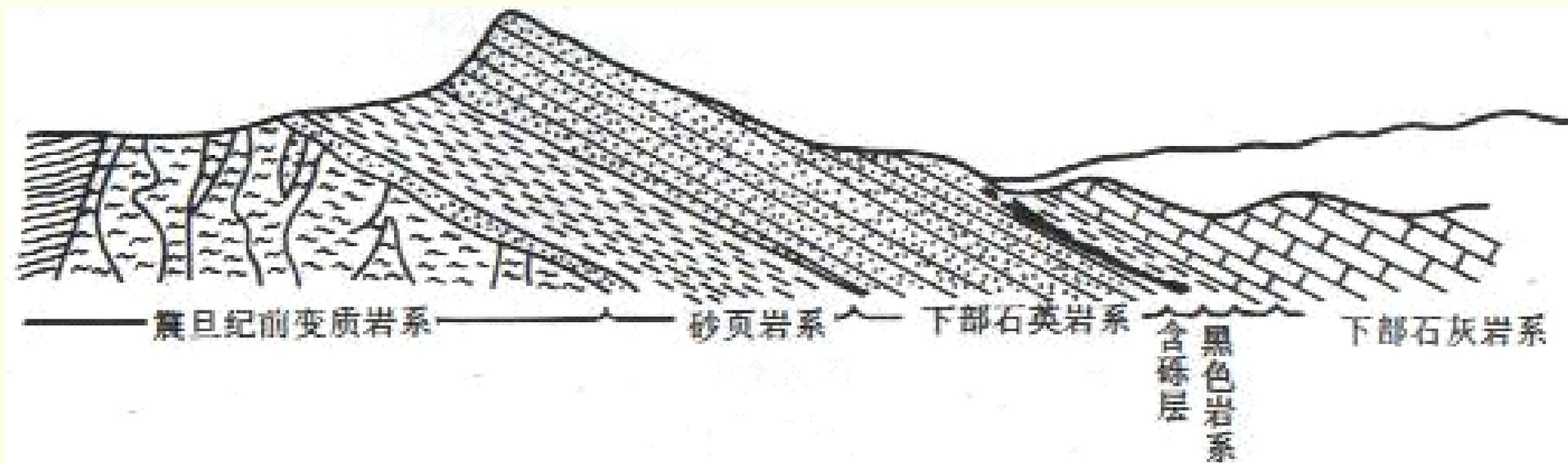


图 11-25 宣龙式铁矿古地理条件示意图

1—古陆；2—碎屑沉积区；3—泥质沉积区；4—碳酸盐沉积区；5—铁矿位置

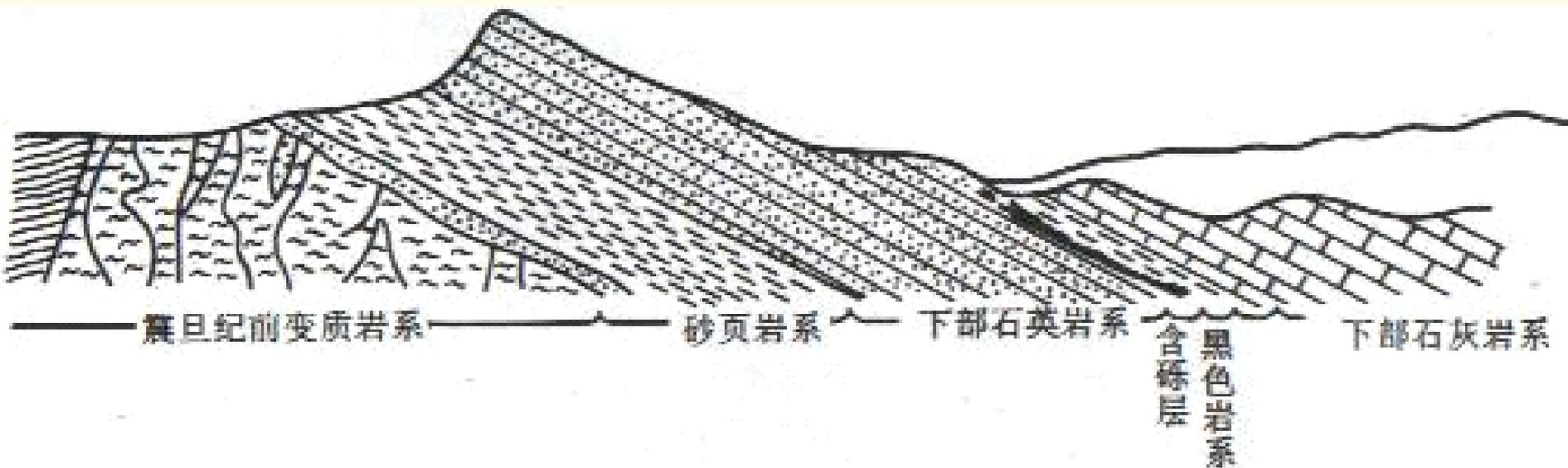
# 矿区地质特征

- 构造——矿区为一单斜构造，地层走向大致平行于褶皱轴，西部走向近东西、向东走向呈北东 $60^{\circ}$ ，倾向南东，区内有正断层及逆断层，前者对矿床东部破坏较大，使矿层呈现梯状排列。



庞家堡铁矿剖面图

# 矿区地质特征



庞家堡铁矿剖面图

## 地质

- 中元古界长城系为本区出露的主要地层，以石英岩、页岩、铁矿层、硅质灰岩、长石砂岩及白云岩为主。
- 地层由上至下有：高于庄组、大红峪组、串岭沟组、常州沟组。
- 含矿层在串岭沟组及高于庄组都有，但主要在串岭沟组下部。

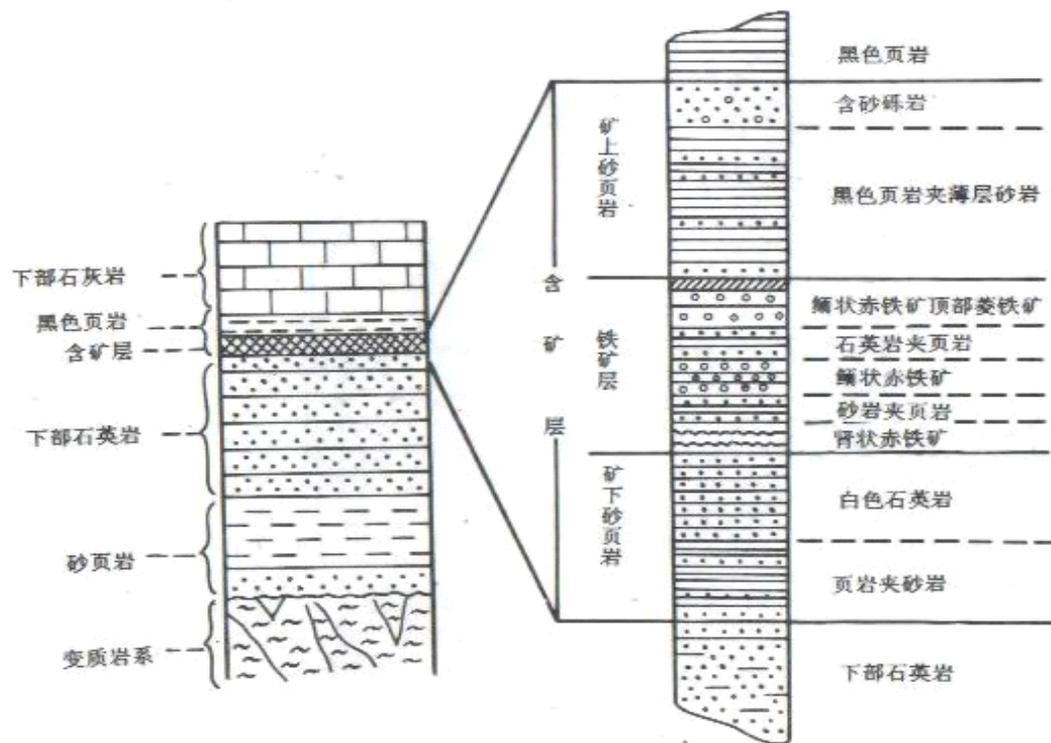
# 矿床地质特征

## 矿体特征

- 串岭沟组页岩中铁矿层分布稳定，其底板为常州沟组白色石英岩，顶板为褐色砂质页岩。矿体呈层状产出，走向北东 $60\sim 70^\circ$ ，倾向南东，倾角 $30^\circ$ ，沿走向长12km，倾向宽2km。铁矿层由下部矿下砂页岩系、中部含矿层及上部矿上砂页岩系组成，总厚度20~25m。

含矿层自下而上由三层铁矿和两层含铁细砂岩及粉砂质页岩组成。

- (1) 菱铁矿 (O层)
- (2) 鲕状赤铁矿 (I层)
- (3) 细砂岩及粉砂质页岩
- (4) 鲕状赤铁矿 (II层)
- (5) 细砂岩及粉砂质页岩
- (6) 肾状赤铁矿



庞家堡铁矿床含铁岩系层序剖面图

# 矿床地质特征

## ■ 矿石特征

- 矿石矿物：赤铁矿、其次还有少量菱铁矿及次生的褐铁矿，部分赤铁矿和菱铁矿变成磁铁矿；
- 矿石化学成分：TFe平均45%；
- 矿石组构
  - 矿石构造：鲕状、肾状为主，块状次之。鲕状铁矿石鲕粒中心一般为石英，外壳由赤铁矿和菱铁矿互层或赤铁矿与石英互层组成的同心圆环带构造。赤铁矿鲕粒间大部分为菱铁矿胶结。
  - 矿石结构：胶状结构

# 矿床成因类型——海相胶体化学沉积矿床

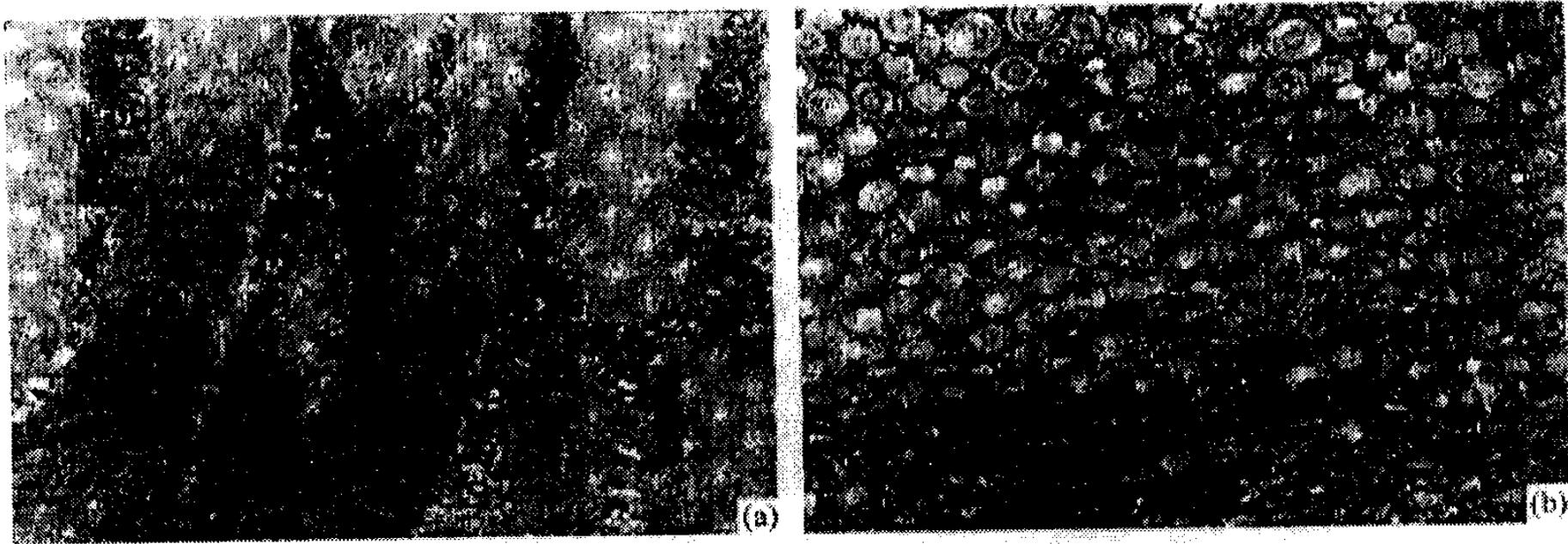
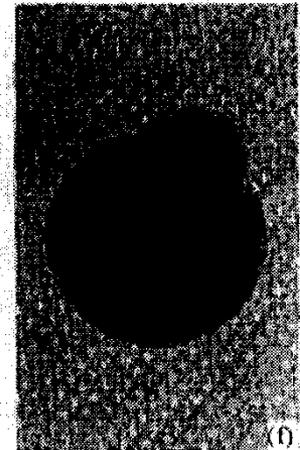
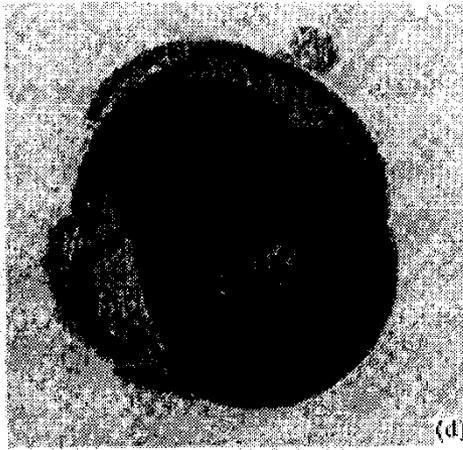
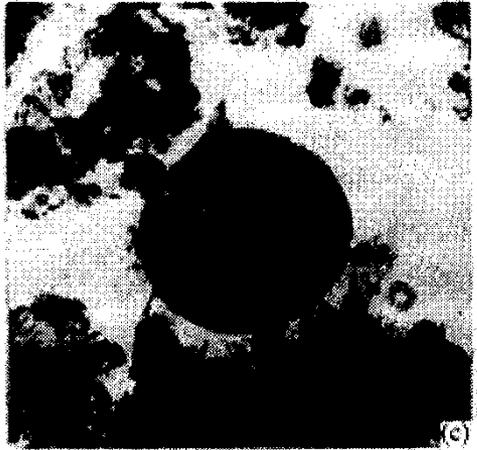
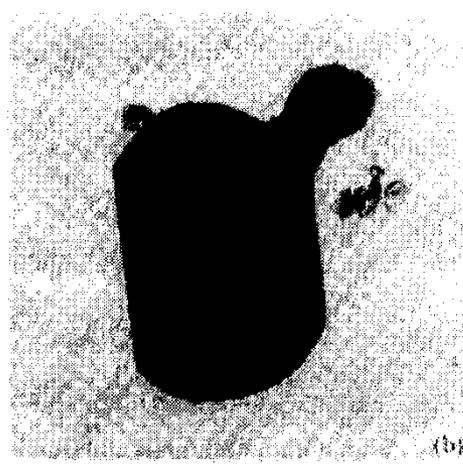
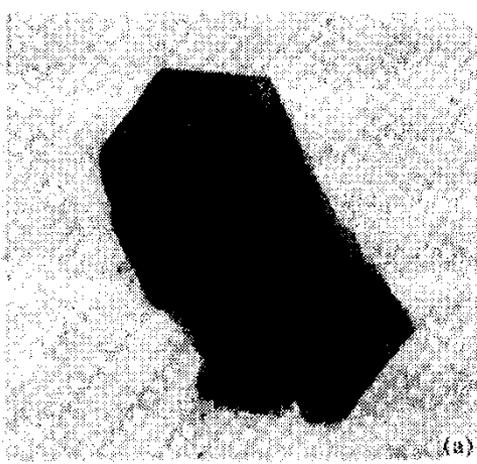


图1 宣龙铁矿中赤铁矿叠层石和核形石

- (a) 叠层石：柱间有石英砂(黑色)、赤铁矿(灰色)核形石、叠层屑、胶结物、连接桥和少量菱铁矿(白色)交代物；
- (b) 核形石：基质为石英砂(黑色), 赤铁矿胶结, 伴生有叠层屑。白圆圈为核形石掉落造成的凹处



## ■ 宣龙铁矿中赤铁矿透射电镜图片

- (a) 赤铁矿六角板体
- (b) 浮膜瑙曼氏菌出芽杆体
- (c) 鞘铁菌属单球体
- (d) 鞘铁菌属球状球集体
- (e) 铁球菌属链球体
- (f) 铁球菌属出芽单球体
- (a) ~ (c) 富Fe; (d) ~ (f) 贫Fe
- 铁细菌愈老, 色愈深

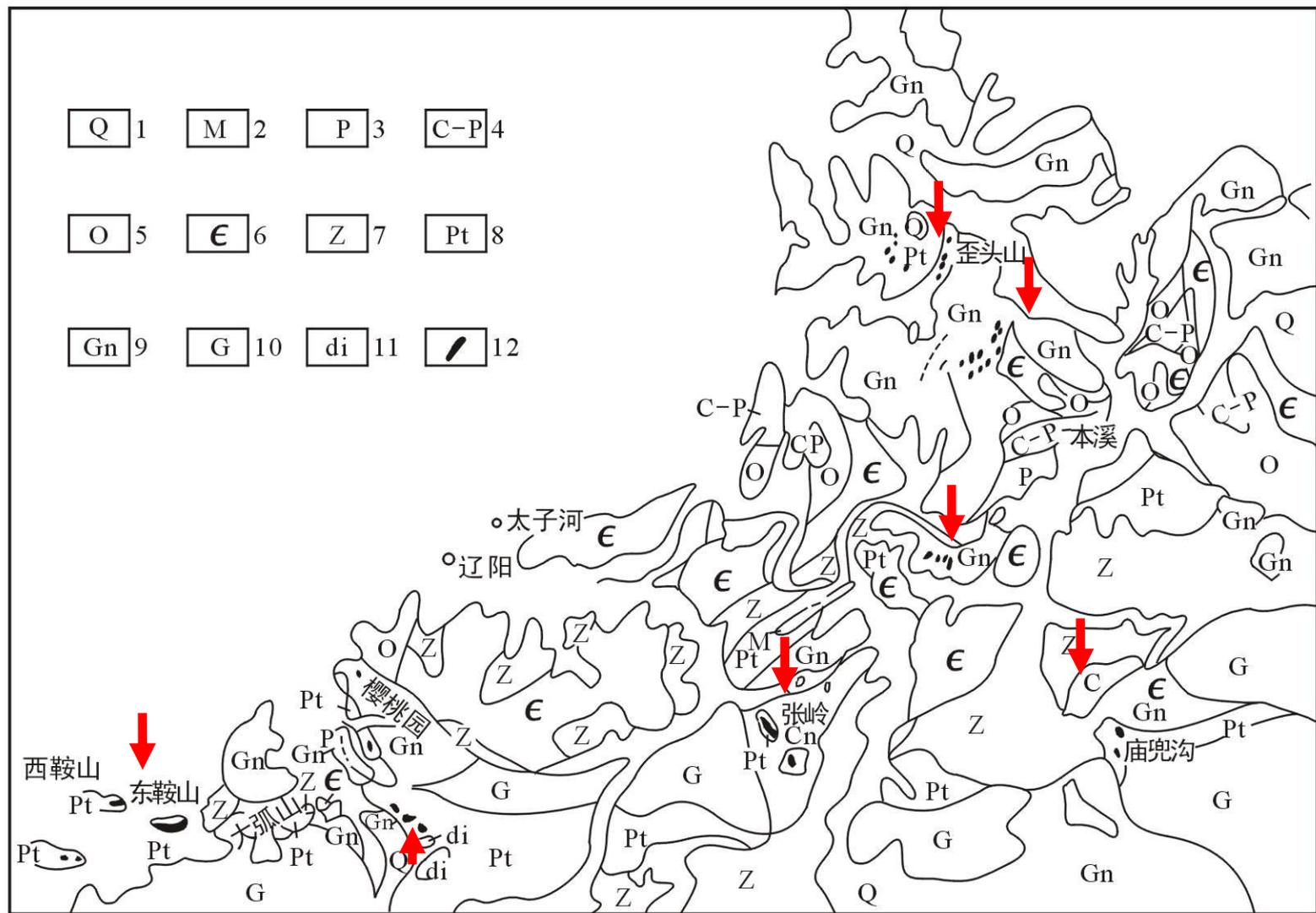
# 铁矿

- 岩浆分结矿床——四川攀枝花钒钛磁铁矿矿床
- 矽卡岩型矿床——大冶铁矿
- 高温热液矿床——马鞍山铁矿
- 沉积型矿床——宣化铁矿
- 沉积-变质矿床——辽宁鞍山弓长岭铁矿

### 3. 我国的沉积变质铁矿床

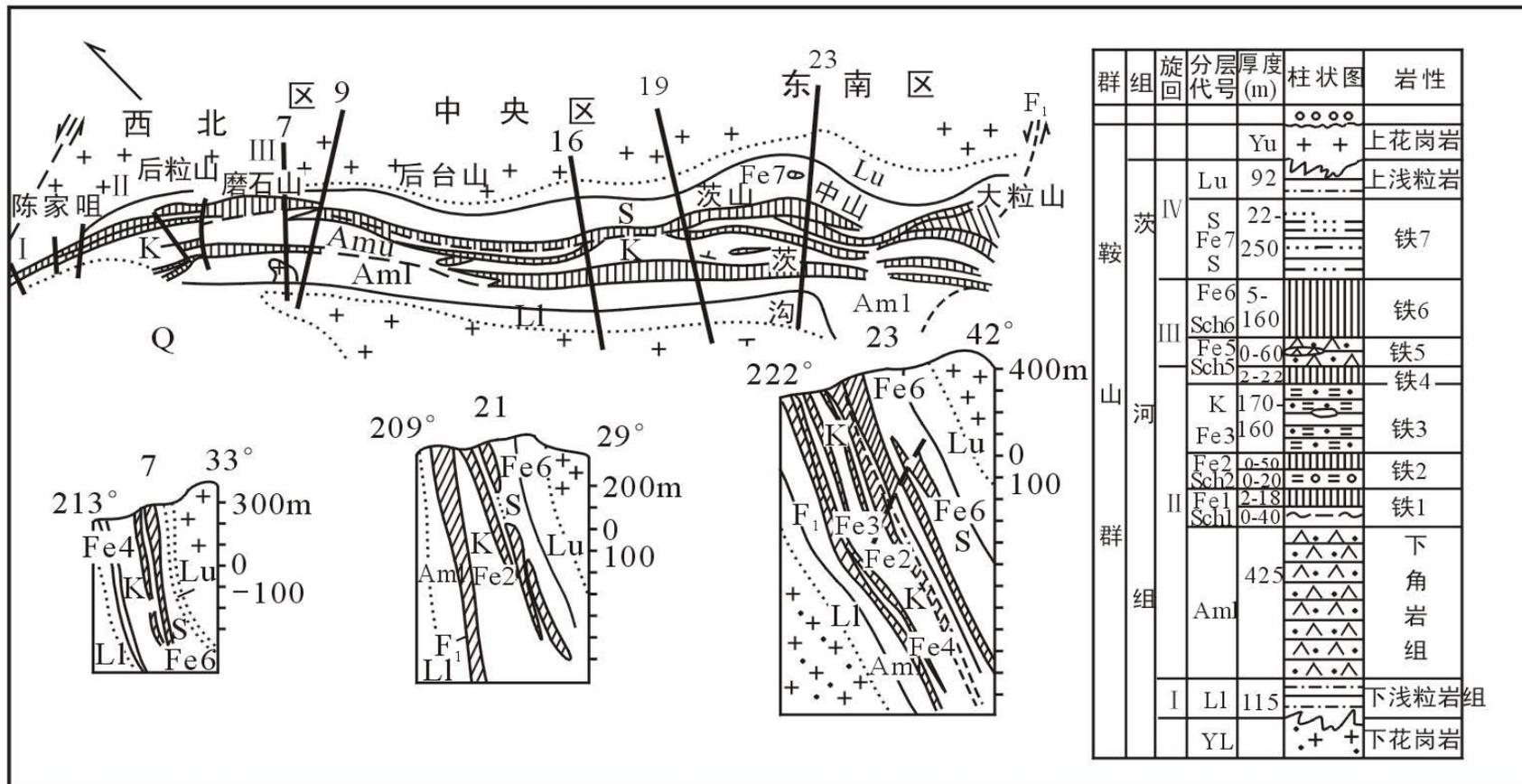
我国的沉积变质铁矿分布于辽宁、河北、山西、山东、河南、安徽等省。以鞍山、冀东水厂及山西岚县一带最为典型。

**鞍山式铁矿：**产于晚太古代鞍山群中。



**鞍山一本溪地区地质略图**

1. 第四系 2. 中生界 3. 二叠系 4. 石炭—二叠系 5. 奥陶系 6. 寒武系 7. 震旦系 8. 前震旦系结晶片岩、千枚岩 9. 花岗片麻岩 10. 花岗岩 11. 闪绿岩 12. 铁矿床



- |     |   |     |    |      |    |    |    |     |    |   |    |      |    |      |    |
|-----|---|-----|----|------|----|----|----|-----|----|---|----|------|----|------|----|
| Q   | 1 | +++ | 2  | Lu   | 3  | S  | 4  | Amu | 5  | K | 6  | Sch1 | 7  | Sch2 | 8  |
| Aml | 9 | L1  | 10 | +++· | 11 | Fe | 12 | ▨   | 13 | ▨ | 14 | ▨    | 15 | ▨    | 16 |

## 弓长岭铁矿二矿区地质图

1. 第四系 2. 麻峪花岗岩 3. 上浅粒岩 4. 硅质层 5. 上角闪岩 6. 黑云变粒岩 7. 铁1片岩组 8. 铁2片岩组 9. 下角闪岩 10. 下浅粒岩 11. 弓长岭花岗岩 12. 磁铁矿层 13. 赤铁矿层 14. 矿体 15. 断层 16. 地质界线及产状

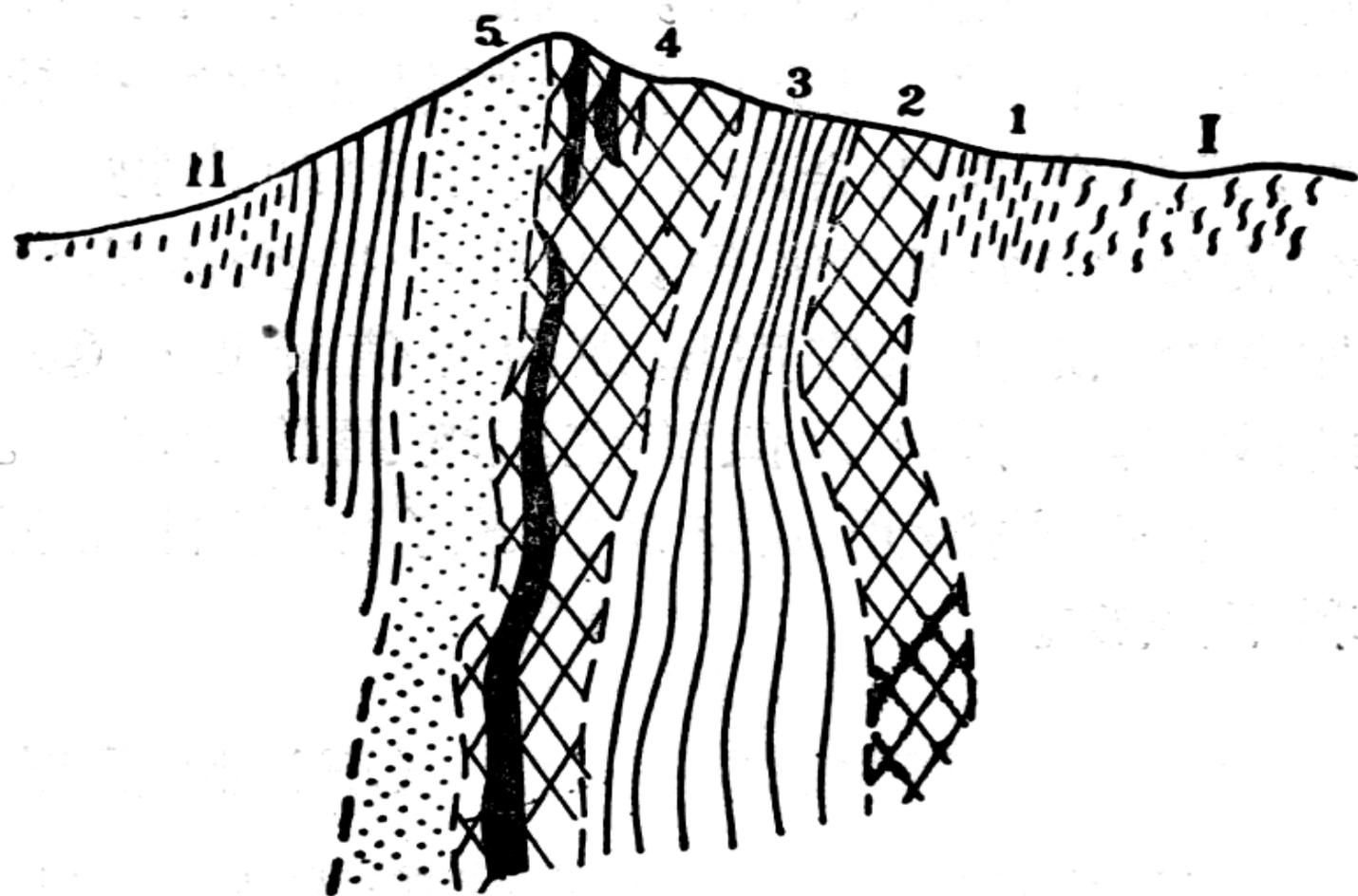
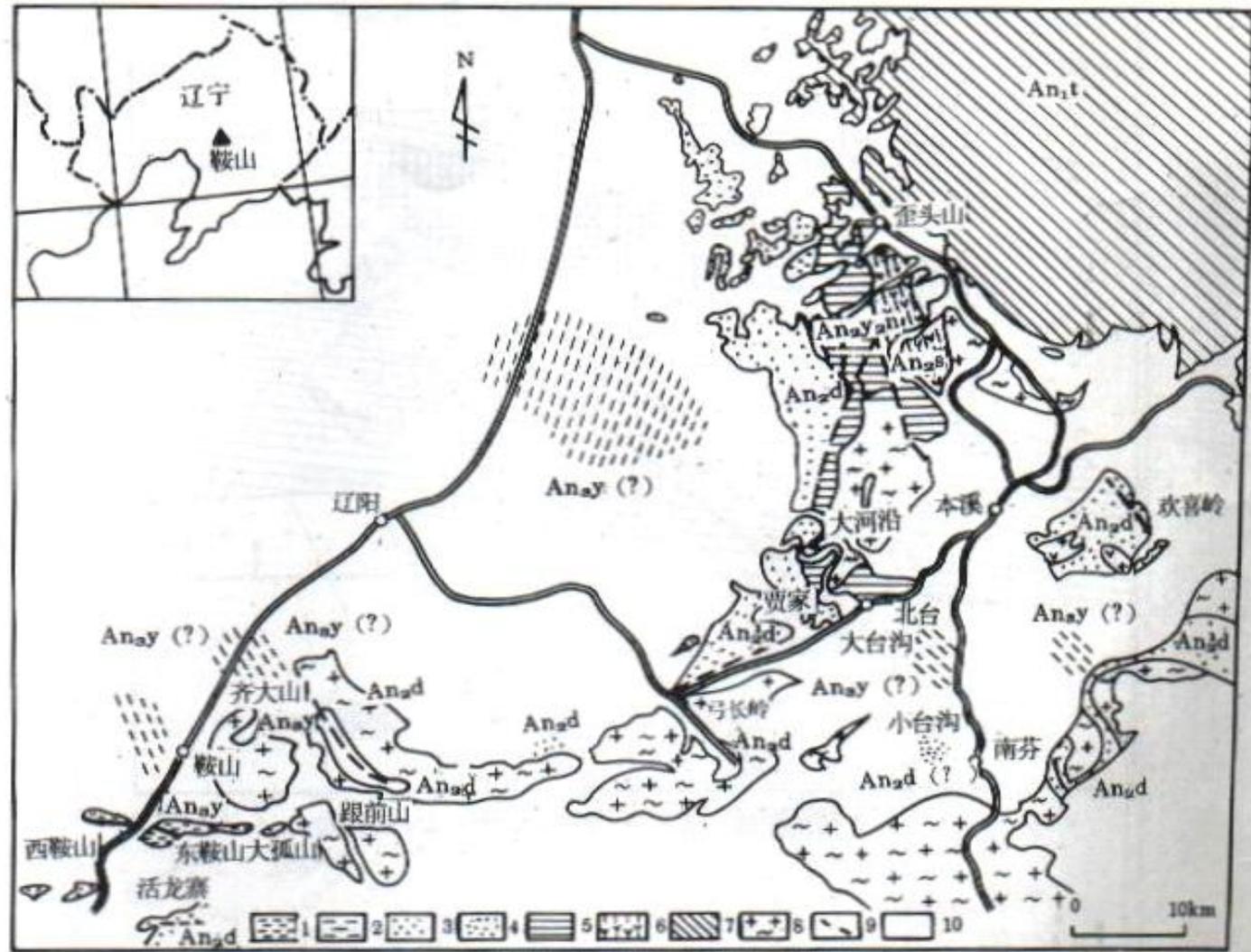


图 6-3 鞍山弓长岭地区地质剖面图

I—下混合岩；II—上混合岩

1—角闪岩；2—下含铁带；3—黑云母钠长石片岩；4—上含铁带(含平炉富矿)；5—石英岩

其 辽宁鞍山铁矿床分布于辽宁省鞍山-本溪一带，主要由弓长岭、樱桃园、歪头山、南芬和东、西鞍山等矿区组成；

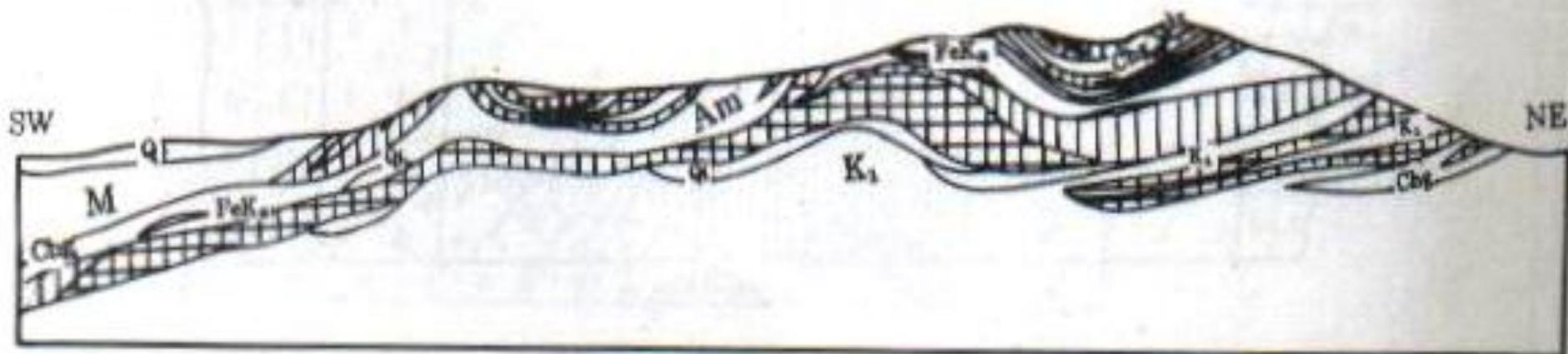


鞍本地区鞍山群地层分布示意图

1-An<sub>ay</sub> 上鞍山群樱桃园组；2-An<sub>ay</sub> 推测盖层下的上鞍山群樱桃园组；3-An<sub>ad</sub> (?) 中鞍山群大峪沟组；4-An<sub>ad</sub> 推测盖层下的中鞍山群大峪沟组；5-An<sub>ayan</sub> 中鞍山群烟龙山组；6-An<sub>ad</sub> 中鞍山群山城子组；7-An<sub>1t</sub> 下鞍山群通什村组；8-条带状铁矿；9-混合花岗岩；10-盖层

# 矿区地质概况

- 本区地层主要由太古代鞍山群和元古代辽河群组成，铁矿层赋存于鞍山群含铁石英岩建造中，含铁石英岩建造大致可以分为两种类型，即含铁石英岩-角闪岩建造和含铁石英岩-绿片岩建造；
- 弓长岭矿区主要为含铁石英岩-角闪岩建造；



Q 第四纪层

M 混合岩

K<sub>1</sub> 片岩带

FeK<sub>1</sub> 铁矿层与片岩互层带

Am 石英绿泥斜长角闪岩

Cbg 石英绿泥岩

磁铁石英岩

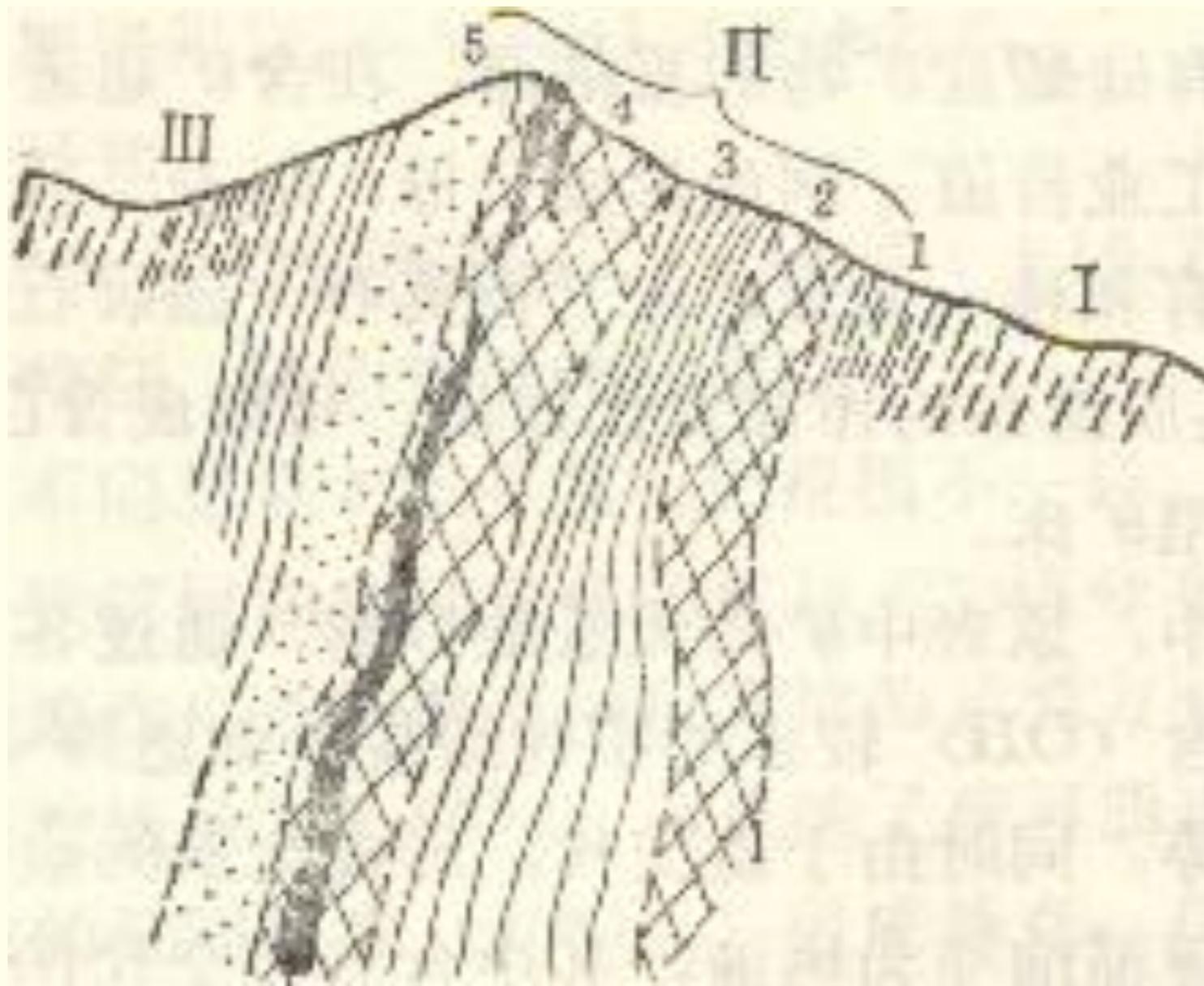
赤铁石英岩

磁铁富矿

赤铁富矿

Qi 石英脉

弓长岭铁矿床一矿区 ×× 地质剖面图



鞍山铁矿弓长岭二矿区地质剖面图

I—下混合岩层; II 1—角闪岩层; II 2—下含铁带; II 3—钠长变粒岩和片岩带; II 4—上含铁带; II 5—石英岩层; III—上混合岩层

# 矿体特征

- 条带状磁铁石英岩建造位于北西向大复背斜东北翼，呈陡倾斜的单斜产状，延长4-6km，延深千米以上；
- 矿体呈层状，走向北西、倾向北东，倾角60-90°，有时倒转；
- 富矿体呈层状、透镜状产于贫矿体内，主要赋存于Fe<sub>6</sub>内，局部见于Fe<sub>5</sub> Fe<sub>4</sub>、Fe<sub>2</sub>内，其产状大致与贫矿一致；厚度由几十cm至几十m，延长由几十m至千余m，延深由几十m至km以上。
- 富矿体受Fe<sub>6</sub>下盘的走向逆断层控制。该断层延长2km以上，延深1km。走向北西，倾向北东。沿断层在Fe<sub>6</sub>中形成了本溪-鞍山地区最大的富铁矿体，即弓长岭二矿区主矿体。富矿与贫矿之间呈渐变过渡关系；

# 矿石特征

- 矿石矿物组合：富矿和贫矿在成分上基本相同；
  - 矿石矿物：主要为磁铁矿，局部有少量的赤铁矿；
  - 脉石矿物：主要以石英为主，另有少量的角闪石及绿泥石类矿物；
- 矿石构造：富矿石主要为致密块状，贫矿石以条带状为主。含铁量可达60%以上，硫和磷含量均较低，工业价值较大；
- 矿石结构：磁铁矿多为半自形粒状结构，晶体之间以 $120^\circ$ 角镶嵌分布；

# 围岩蚀变

- ✦ 富铁矿体附近具有明显的近矿围岩蚀变，呈单侧带状分布，自富矿体向外，依次为镁铁闪石化、石榴石化、绿泥石化；
- ✦ 蚀变带常发育于富铁矿体一侧的夹层中，一般宽十几m到几十m；
- ✦ 围岩蚀变强度与富铁矿体的发育程度成正比。通常围岩蚀变强烈，蚀变带厚大之处，富铁矿体规模往往较大。而在围岩蚀变较弱之处，富铁矿体多半较小，甚至不见。
- ✦ 蚀变岩石具片状构造，片理平行富矿体。富矿体蚀变围岩的同位素年龄为 $18-20 \times 10^8$ a，与混合岩同位素年龄相同；

# 矿床成因

- 据贵阳地化所的研究，在富铁矿石中发现磁铁矿-石墨组合，提出了富铁矿的含矿原岩建造为菱铁矿的看法，认为含石墨的富铁矿体是产于前震旦纪含铁岩系中的菱铁矿矿层，受到相当于角闪岩相的区域变质作用而成。后来又受到混合岩化热液叠加的影响，使磁铁矿发生重结晶作用，形成粗粒块状含石墨的磁铁矿矿石。而热液作用虽然也使铁发生局部的迁移和富集，但这对弓长岭含石墨富磁铁矿的形成是很次要的；
- 弓长岭铁矿的贫矿成因属区域沉积-变质铁矿床；
- 富矿石的成因属多成因的，或为混合岩化热液交代型，或由菱铁矿夹层遭区域变质作用而成的；

# 沉积变质铁矿石

## 手标本：

风化面、新鲜面颜色？条纹状构造。

矿石矿物：磁铁矿，铁黑色，半自形粒状结构，粒级？半金属光泽，硬度比小刀大，比重较大。

脉石矿物：石英，烟灰色，半自形粒状，粒级？断口油脂光泽，硬度比小刀高。

结构构造：半自形粒状的磁铁矿与石英相间定向排列成条纹状，  
定名：沉积变质铁矿石

## 镜下：

矿石矿物：磁铁矿、赤铁矿和褐铁矿。

磁铁矿，反射率五级，反射色为灰色带褐色调，均质，硬度高。赤铁矿，自形-半自形板状，粒级？发射率五级，发射色灰色略带蓝色，深红色内反射，强非均质，硬度高。褐铁矿，发射率很低，发射色灰色略带蓝色调，内反射为褐色，表明脏。

脉石矿物：

交代溶蚀结构，固溶体分离结构

赤铁矿晶形好与磁铁矿，先结晶，磁铁矿发生褐铁矿化，两个矿化期，沉积变质和风化。

定名：沉积变质成因铁矿石

# 岩浆成因铁矿石

## 手标本:

风化面、新鲜面颜色? 海绵陨铁结构, 侵染状构造。

矿石矿物: 磁铁矿, 铁黑色, 半自形粒状结构, 粒级? 半金属光泽, 硬度比小刀大, 比重较大; 黄铁矿, 浅铜黄色, 黄铜矿, 铜黄色

脉石矿物: 斜长石, 绿泥石,

结构构造: 半自形粒状的磁铁矿与石英相间定向排列成条纹状,  
定名: 岩浆成因铁矿石

## 镜下:

矿石矿物: 磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿, 有时有黄铁矿、黄铜矿。

磁铁矿, 反射率五级, 反射色为灰色带褐色调, 均质, 硬度高; 钛铁矿, 反射率五级, 具有明显的双反射和反射多色性, 无内反射, 强分均质(淡黄-蓝绿-紫)。赤铁矿, 自形-半自形板状, 粒级? 发射率五级, 发射色灰色略带蓝色, 深红色内反射, 强非均质, 硬度高。可能存在黄铁矿、黄铜矿

脉石矿物:

半自形粒状, 充填结构, 固溶体分离结构

一个矿化期, 两个矿化期, 氧化物阶段, 硫化物阶段。

定名: 岩浆成因铁矿石