

# 广东北部某銅鉛鋅多金屬矿床的地质特征

覃慕陶 王玉珉

(广东省地质局)

## 一、区域地质概述

本矿区位于华南准地台湘粤褶皱带的东侧,在构造方面的特点是褶皱与断层相伴,而断层特多。故形成复杂的构造干涉地区。构造綫的走向以北东—南西,北北东—南南西二者为主,呈北北西—南南东,南—北,北西—南东者亦有之,其中褶皱多由一系列軸向大致为北北东的背斜及向斜連續并列組成,在背斜軸部多由前泥盆紀变质岩系及花崗岩組成,向斜則多由上古生代地层及更新的地层組成。

区内地层以下古生界出露最广,下、中泥盆統桂头岩系广泛分布于各大背斜之翼側,以不整合关系复于軸部之龙山系上,或与花崗岩接触,递次分布着上泥盆統、石炭系、二迭系、下侏罗統、侏罗白堊系、第三系及至第四系。其中,中生代地层缺失較多(詳见图1)。

火成活动以花崗岩为主,常伴随伟晶花崗岩脉,并有酸、中、基性岩钟、岩床、岩瘤、岩脉等火成产物,如石英斑岩、石英閃长斑岩、閃长岩、輝綠岩等。矿区北部之花崗岩基,出露面积1200平方公里。根据地质队資料,其侵入时代为中生代燕山期,其中并有早、中、晚期之分。

由于燕山运动之漫长进行,有多次花崗岩的侵入。随之而来的大量有色及稀有金属矿液,是形成本区有色、稀有金属的先决条件。矿床之空間分布,受成矿温度及构造的控制,形成以錫鋇鉍鉬—銅鉛鋅—黃鉄—銻汞的順向分带。前者常分布于火成岩附近及諸大背斜軸部一带,后三者則递次分布于各背斜翼部及至向斜中。

## 二、矿区地质

### 甲、地 层

矿区的大部分地区都分布有下、中泥盆統桂头岩系,西側边缘有少量的下侏罗統岩系出現,由下往上为:

1. 石英岩与絹云母砂质頁岩互层( $D_1^{1-2}$ ): 本层常夹絹云母岩、泥质頁岩、砂岩、石英岩。这些岩石常潛伏于地下深处。絹云母砂质頁岩常具千枚状构造,絹云母多沿层理发育,层厚220米。本层与小山砂岩相当。

2. 石灰岩( $D_1^{3-4}$ ): 本层以灰、灰白、灰紫色灰岩及灰色砂化灰岩为主,局部有大理岩化及白云石化,下部間夹钙质頁岩或絹云母岩,向东岩层厚度逐漸減薄,泥质則逐漸增多。本层最厚可达200米,其中产腕足类化石。本层与东崗岭岩系下部相当,为矿区主要含矿层位。

3. 泥质頁岩及粉砂质頁岩互层( $D_1^{5-6}$ ): 本层以杂色頁岩、灰白色頁岩及粉砂质頁岩为主,因飽受热液蝕变影响,部分形成高岭土岩及絹云母岩,具明显的退色化,使原岩不显。最大厚度150米,内产腕足类化石。本层与东崗岭岩系上部相当,为矿区細脉浸染型鉛鋅銅矿含矿层位。

4. 金鷄岩系(Jikj): 本层以絹云母砂质頁岩、炭质頁岩为主,夹灰微紫色云母砂岩、白色粗砂岩、砂质頁岩、泥质灰岩等,内产 *Angulaticeras* sp. 和 *Hongkongites* sp. 等化石。

### 乙、构 造

1. 褶皱 矿区由于受构造断裂控制及火成活动影响,岩层产状变化很大,但整体看来,則似一向东傾斜之单斜构造。就矿区矿化地段來說,中部为一小型傾伏向斜构造,向北傾伏,軸向近南北,微向西偏,向斜西翼岩层产状平緩,东翼較陡,再向东延續則又复趨平緩。在矿区頁岩及砂質岩內,由于岩性軟弱、小型扭曲发育

| 地层时代 | 岩系名称  | 符号                               | 柱状图 | 厚度(米) | 岩性描述                                                        | 主要化石                                       |
|------|-------|----------------------------------|-----|-------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 第四纪  |       | Q                                |     | 20-35 | 砂质粘土、砂、砾石                                                   |                                            |
| 第三纪  | 上亚岩系  | Trdsb                            |     | 600   | 中粒红色厚层复矿、砂岩交错层、砂岩及砂砾岩                                       | Pinus                                      |
|      | 下亚岩系  | Trdsa                            |     | 700   | 上部为红色细粒复矿、砂岩、粉砂岩和泥质页岩。下部为红色砾岩及砂砾岩。                          |                                            |
| 上亚纪  | 马梓坪岩系 | J <sub>3</sub> -Crmzp            |     | >350  | 紫红色杂色泥质页岩、砂质页岩、凝灰岩                                          | Brachyphyllum sp.                          |
| 侏罗纪  | 金鸡岩系  | J <sub>1</sub> kj                |     | 650   | 上部为黄白黄褐浅灰色中、厚层粗粒长石砂岩中部为薄层细砂岩及薄层砂质泥质页岩互层下部为长石砂岩夹薄层砂质、泥质、炭质页岩 | Angulaticeras sp.<br>Hongkongites sp.      |
| 二迭纪  | 长兴岩系  | P <sub>2</sub> CS                |     | 30    | 砂质页岩及砂质灰岩                                                   |                                            |
|      | 来坝口岩系 | P <sub>2</sub> lpk               |     | 300   | 中上部为深灰灰黑色细砂岩、砂质泥质页岩互层。下部为灰色中、粗粒长石砂岩。底部为致密页岩及薄层砂岩            | Gigantopteris sp.<br>Chonetes sp.          |
|      | 当冲岩系  | P <sub>2</sub> dc                |     | 100   | 上部为含磁铁矿砂质砂岩夹砂质页岩                                            |                                            |
|      | 阳新岩系  | P <sub>1</sub>                   |     | 120   | 下部为炭质页岩及薄层灰岩                                                |                                            |
| 石炭纪  | 壶天岩系  | C <sub>2+3</sub> ht              |     | 40    | 暗灰色灰色黑色中、厚层灰岩有燧石                                            | Michelinia siyangensis Reed                |
|      | 梓潼桥岩系 | C <sub>1</sub> vtm               |     | 220   | 白色灰白色隐晶质厚层灰岩及厚层白云石质灰岩                                       | 蜓科化石                                       |
|      | 测水煤系  | C <sub>1</sub> vtb               |     | 200   | 隐晶质灰岩具燧石结核，中部为石英砂岩                                          |                                            |
|      | 石灯子岩系 | C <sub>1</sub> vst               |     | 130   | 上部为砂质页岩薄层石英砂岩、泥质页岩及薄层煤                                      | Gigantella                                 |
|      | 孟公坳岩系 | C <sub>1</sub> tmk <sub>b</sub>  |     | 270   | 灰色中、厚层灰岩细粒结晶夹薄层泥质页岩                                         | Gihantoproductus sp.                       |
|      | 下亚岩系  | C <sub>1</sub> tmk <sub>a</sub>  |     | 465   | 灰岩隐晶质厚层，中部顶部有泥质页岩夹层                                         | 贵州珊瑚                                       |
|      |       |                                  |     | 320   | 西部泥质页岩与薄层灰岩互层，东部砂质泥质页岩及粉砂岩夹有灰岩，底部有菱铁矿层                      | Spirifer sp.                               |
|      |       |                                  |     | 385   | 西部全为不等层状隐晶质灰岩，上部沿层面有不规则泥质条带；至东部，下部相变为泥质页岩                   | Yunnanella sp.<br>Camarotoechia sp.        |
| 泥盆纪  | 天子岭岩系 | D <sub>3</sub> frtz              |     | 150   | 西部一带全为灰岩夹有不规则泥质薄层，顶部有泥质页岩并一带相变为砂页岩                          | Disphyllum sp.                             |
|      | 东崮岭岩系 | D <sub>2</sub> gvtk <sub>b</sub> |     | 400   | 西部为泥灰岩含炭质泥质页岩砂岩，东部相变为砂页岩                                    | Atrypa sp.                                 |
|      | 下亚岩系  | D <sub>2</sub> gvtk <sub>a</sub> |     | 160   | 西部为石英砂岩，上部为少量泥质页岩夹层，底部为不等粒砾岩及砂砾岩                            | Psilophyron sp.                            |
|      | 上亚岩系  | D <sub>1-2</sub> kt <sub>b</sub> |     | 240   | 西部为石英质粉砂岩、砂砾岩、泥质页岩，底部有底砾岩，东部相变为砂砾岩砂岩                        |                                            |
|      | 下亚岩系  | D <sub>1-2</sub> kt <sub>a</sub> |     | 540   |                                                             |                                            |
| 前泥盆纪 | 龙山系   | PDL                              |     | 300   |                                                             |                                            |
|      |       |                                  |     | 800   | 为变质岩系，有变质砂岩、板状页岩、变质页岩、板岩、千枚岩、片岩等（上部划分为奥陶纪及寒武纪）              | 叉笔石<br>对笔石<br>Obocus sp.<br>Lingulella sp. |

图1 本矿区地层柱状图

及产状变化多端，形成了一些不规则的波状小褶皱。

2. 断层 矿区位于一个复背斜东北的倾没部分，构造断裂极为发育。从整个区段来看，发育着一组北北东方向的构造线。近矿区一带，因受花岗岩东西方向

活动的干扰，使其折转南北和北北西。东西方向的外力作用，使矿区及其外围出现了一系列平行于主要轴向的逆断层及倒转褶皱，随后还发育了一组北西西—东西构造线，它们均以斜平移断层形式出现。

## 丙、火成岩

**1. 火成岩种类、分布与产状** 矿区出露的火成岩仅石英斑岩及輝綠岩两种, 在外围一带出露着一大花岗岩基。根据区域地质队资料, 本区花岗岩属燕山期产物, 且有早、中、晚三期之分, 同为—岩浆源作間歇性侵入构成的复性侵入体。石英斑岩呈岩床产出, 傾向大体向东, 傾角上部較陡, 下部較平緩, 具明显之石英斑晶及流紋构造, 它呈弧形环繞矿区北西南三面。輝綠岩, 一般呈陡的岩脉产出, 分布于矿区南部。

**2. 火成活动及成矿作用** 由于区域火成活动时间漫延較长, 且有間歇現象, 故在各类火成岩侵入活动的漫长时期中, 矿液也可能随着多次火成活动而上升, 形成了本区火成岩与成矿的錯綜关系。茲就初步認識作如下探討: ①石英斑岩为花岗岩之晚期产物。从地质图上看来, 甲山西側的逆断层切割了花岗岩, 而石英斑岩复又充填于断裂带中, 这可証实其为晚期产物; ②輝綠岩之生成可能晚于石英斑岩, 輝綠岩有穿插在石英斑岩中者, 偶見有切割矿体現象; ③由于石英斑岩呈弧形出現于矿区北西南三面, 目前勘探的主要矿体亦分布于弧形范围内, 矿区向斜西翼岩层, 吻合于石英斑岩之上, 又由于石英斑岩繼續向深部延展, 东翼与之远离, 則西翼吻合部分形成了較为稳定的矿体, 东翼則突然尖小, 由此可推知石英斑岩与矿化作用关系十分密切。故主要成矿期可能与石英斑岩有关。

在主要成矿期后, 复有含矿石英脉侵入于各岩层中, 且有穿插早期矿体現象, 且輝綠岩脉也发生了矿化, 这些都說明矿区曾有多次成矿作用或矿液有过多次的上升(参看图2)。

## 三、矿床特征

### 甲、矿区的地表特征

**1. 地貌特征** 矿区为一南北狭长不对称的山間盆地, 东緣平緩, 西側陡峭(由石英斑岩构成)。本区最高山脉, 海拔1068米。主要矿化地段复着一层較厚的鉄帽。老窿废石滿布山野, 矿区的中、南部还散布有大量炼渣。由于鉄帽及人工堆积物之掩复, 岩层露头仅零星分布于沟谷及外緣地带, 地表未見原生矿化露头, 矿体几全呈盲矿体隱伏。

**2. 老窿废石及炼渣** 矿区老窿棋布, 局部密集如麻, 已知者約有430余个, 因年久失修, 大部坍塌堵塞, 有的遺跡不显, 开采方式多为直井及斜坑, 平坑則少。老窿一般长数十米, 个别有达200余米者, 一般垂深在50米以上, 最大垂深达120米, 有的还相互串通。

废石則分地表堆积及老窿充填两种, 有的废石則

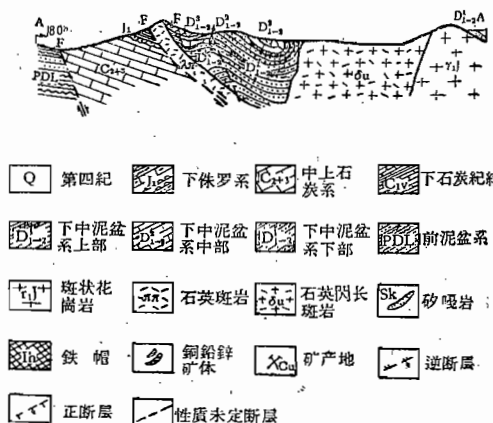
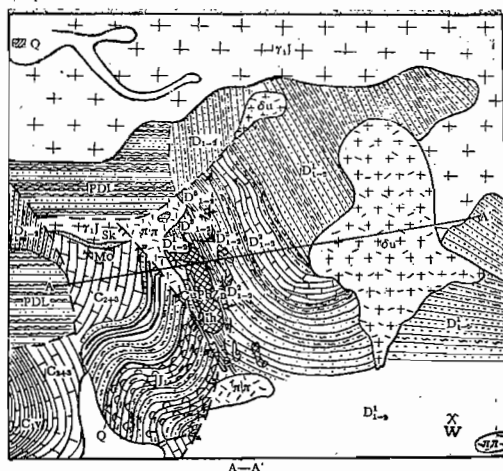


图2 矿区地质略图

直接复于老窿羣之上。一般随老窿分布而分布, 亦有远距老窿作大量堆积者, 两者均造成矿区人工堆积地形, 局部呈阶台出現, 后者常与大片炼渣相近或杂混其中, 显系当年选矿遺跡。在矿区北部公路附近, 尚見有等块度之废石相間堆积, 足証为分选堆积所致。

炼渣集中分布于矿区南部, 主要分成三个地段, 一般堆积深度为1—5米, 大部呈瓦片状、气孔状, 部分呈胶状, 致密坚硬, 常見有孔雀石、藍銅矿渲染, 呈混合矿石出現, 含鋅品位較低, 含鉛甚微。根据多元素分析及全分析結果, 含銀、鎳、銅較高。

**3. 矿体的賦存位置** 矿体均位于地表氧化带(見下文)。

**4. 矿体在地表之扩散量** 根据化探結果得知, 矿体在地表扩散量极为明显, 銅鉛鋅金属含量常高于背景值数倍至数百倍, 次生扩散量一般在近矿体附近較为明显, 水量則蔓延4—5公里仍为异常反应, 但部分由于受废石堆、旧矿坑炼渣等干扰与沾污, 使正常扩散量常遭致破坏。

## 乙、成矿控制因素

矿区位于一个复背斜东北倾伏部分,构造断裂在此极为发育,且位于一大花岗岩基之尖端部位。派生侵入体呈各种形状产出,构成矿液之良好源泉,形成了铜铅锌多金属矿床成矿区。

### 1. 构造控制

①褶皱 矿区向斜轴部,矿化现象很普遍,如在轴部之i綫附近(i綫恰为向斜轴心綫),矿体厚度特大,两翼则渐次减薄,且两翼岩层倾角愈陡,轴部矿化现象则愈显著。

②层間滑动 本区由于受东西压应力之作用,岩层沿层間发生滑动,形成层間之破裂空隙。在不同岩性的层間,滑动较大,常形成似层状及扁豆状矿体,如矿区南部一带,致密块状的铅锌矿体常产于頁岩与灰岩接触界面处,有的并随接触面之扭曲而扭曲。灰岩底部及石英岩顶部亦同样发育着一层铅锌铜矿体。

③断层 甲山逆断层为矿区成矿前主要控制构造,其深部割切灰岩,断裂带被石英斑岩填充,并在石英斑岩上升的后期,形成了矿区主要多金属矿体。又由于断裂带之软弱及后期构造复活的影响,石英斑岩多已遭致破坏,形成了压碎糜棱结构,从而为后期成矿创造了良好的条件。

本区的一些逆断层、正断层和平移断层,均系成矿后期产物,且有割切矿体的现象。

④节理 走向近南北、倾角 $70^{\circ}$ 左右的、与褶皱轴大致平行的一组剪切节理,形成了本矿区頁岩内細脉浸染型铅锌铜矿体。在两组节理相交时,则形成囊状致密块矿石。

北西、北北东两组剪切节理,亦为含铅锌铜黄铁矿石英脉所充填,这种现象见于石英斑岩及石英岩中。

北西、北东东两组与轴向斜交的张力节理,则不是重要的含矿体,这种含矿体见于矿区东及东南部砂頁岩内。

### 2. 火成岩条件

斑状花岗岩基出露于矿区北部外缘,为矿液的間接取源地,石英斑岩乃是导致矿液上升的唯一媒介。由于石英斑岩呈岩床产出,且与上复岩层产状一致,并有石灰岩分布,这就为交代矿床的形成创造了良好的条件。认为石英斑岩与成矿有关的理由有以下几点:

①石英斑岩与上复岩层产状一致,且距石灰岩愈近,所形成的交代矿体也愈大,反之则矿化微弱;

②当有大片石英岩复盖石英斑岩时,其間如有小块地段缺失石英岩,即当石英斑岩透过石英岩之天窗与石灰岩接触时,则其上复石灰岩中亦形成大的交代

矿体;

③石英斑岩之小岩舌或岩枝下面之沉积岩层(特别是灰岩)或捕掳体,对成矿最为有利。

輝綠岩在矿区多呈零星之脉状分布,漫无规律,对成矿控制作用小,但其本身则发生矿化,并为晚期矿液之媒剂。

### 3. 围岩条件

本区成矿对岩性有着选择性的作用,其中方解石质围岩最利于成矿。在矿区分布的地层中,灰岩系一夹层产于下、中泥盆纪砂頁岩中。上复之頁岩,构成良好之頂盖,底部之石英岩为矿液向下之隔层,成为矿液良好的貯集地带,并在此形成了矿层中的主要铜铅锌矿体。初步认为有以下规律:

①石灰岩利于交代成矿,常形成大的似层状矿体或扁豆状矿体,泥砂頁岩石因不利于交代,常以脉状矿体出现,规模也相应减小。

②矿体以泥砂頁岩石为頂板或底板时,常形成较大矿体,品位极富。

③在较純的石灰岩中,铜硫的矿化特别显著,以泥质为主的石灰岩,仅利于浸染状的铅锌矿化,且一般矿化微弱。

④与石英斑岩接触之石英岩,一般矿化微弱,仅零星形成一些裂隙充填的含矿石英脉,但与石灰岩接触时,则形成大的交代矿体。

## 丙、矿体赋存特点

### 1. 矿体的分布和产状

矿带呈南北向,其間分布并迭置着各种不同类型与不同产状的铅锌铜硫矿体。矿床地表复盖着一层具有工业价值的鉄帽。在原生带则分布着两种不同产状的矿体,一是产于泥砂质围岩中的以裂隙充填为主的陡矿体,一是产于碳酸盐围岩中的平缓的似层状或扁豆状矿体。

①細脉浸染状的陡矿体,以产于白色高岭土化頁岩中之铅锌铜矿体为主,它們呈很陡的脉状、星点状及肉眼不易察見之微浸染状产出,脉石为石英,常伴随多量的黄鉄矿,并与一定蚀变有关,故亦可视为似层状矿带。矿带总的倾向为北东东,倾角 $10-30^{\circ}$ ,含矿品位一般较低,且不稳定,以細脉状及浸染状矿石为主,局部呈囊状或致密块状。

②比较平缓的似层状或扁豆状矿体,以产于灰岩中的含铜磁黄鉄矿及含铜黄鉄矿以及产于灰岩頁岩間的铅锌矿为代表,前者为似层状,后者为扁豆状,二者均沿层理交代,倾向北东东,倾角 $10-30^{\circ}$ ,局部较陡,矿层稳定,延展幅度很大,以致密块状硫化矿石为主,

浸染矿石次之。

## 2. 矿体的形状及纵横变化

由于矿体受构造控制,总的来说,形状变化不大。如主要铜硫矿体,从剖面侧视,形似一镰刀,在沿走向的一定范围内,尚保持有此雏形。矿体厚度最大处适与向斜轴部一致,西侧延伸较为稳定,厚度逐渐减小。矿体沿走向变化较小,在相邻剖面线上变化不大,但顶底板界线大致呈波状曲折。

铅锌矿体及北部之单个铜硫矿体,均呈较大的扁豆体或透镜体出现,一般中厚边薄,沿走向延伸较长,顺倾斜延伸较短,往往在相邻剖面及中段即很快尖灭。

页岩中之铅锌铜矿体,一般沿走向延伸较长,沿倾向变化较大,其中最大矿体沿走向延伸达数百米,但变化很大,多呈豆荚状产出,其变化如图3,4,5,6所示。

## 3. 矿带分述

①铁帽:铁帽呈似层状平铺于矿床上部。

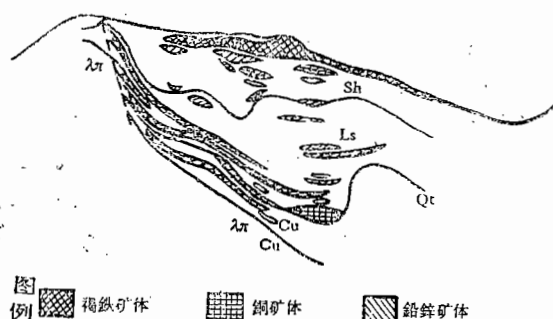


图3 矿区南部矿体横剖面示意图

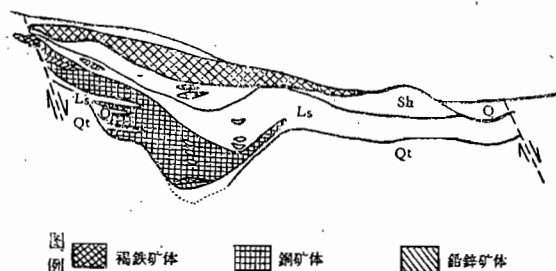


图4 矿区中北部矿体横剖面示意图

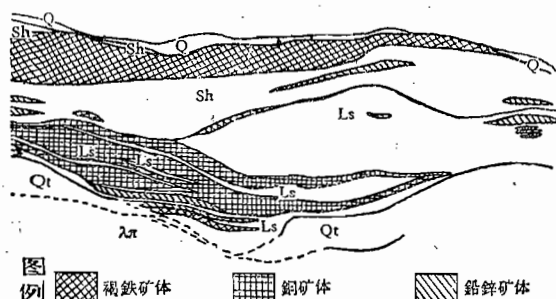


图5 某矿区地质纵剖面示意图

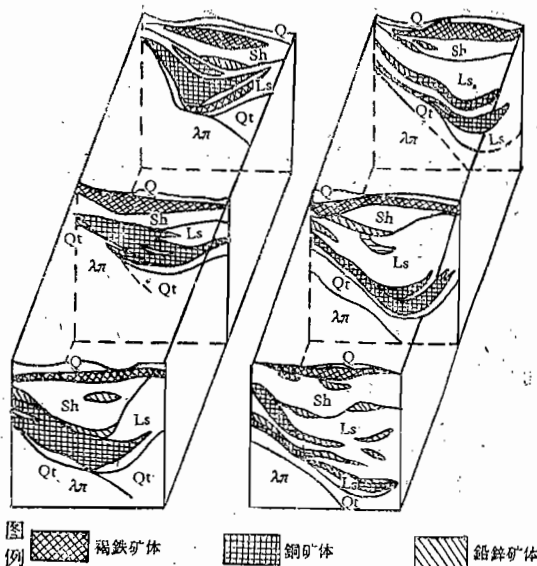


图6 矿体形状变化立体示意图

②第一矿带:本矿带由产于页岩中的铅锌铜矿体组成,其中含少量氧化矿,矿体厚度变化较大,多集中在矿区的中南部。

③第二矿带:本矿带为产于页岩与灰岩交界处或其附近之扁豆状铅锌矿体,它沿围岩层间交代产出,厚度纵横变化较大,铅锌品位高,随厚度变化而异,组成矿物以方铅矿、闪锌矿、黄铁矿为主,常组成致密块状矿石,亦有呈相互混染及条带状产出者,间见黄铜矿及磁黄铁矿,富矿与围岩有明显分界,贫矿则呈过渡现象。

④第三矿带:本矿带主要以产于灰岩中的含铜磁黄铁矿及含铜黄铁矿为主,矿体呈多层状,均沿层理交代产出,形成许多由迭置矿体所组成的大矿带。围岩均有不同程度矽化,矿体厚度大,矿层稳定,含铜品位较均匀。矿石多为致密块状,次为浸染状及条带状,本矿层中及其底部常夹有铅锌矿包体,铅锌矿多呈透镜体产出,锌比铅富,有时则仅为铁闪锌矿。除上述铁帽及三个主要矿带外,在深部石英岩、石英斑岩中,也常见有石英脉型的裂隙充填铜铅锌矿体。这种矿体以含黄铁矿多为其特征,但多零星分布。

## 4. 矿床的氧化带

①氧化带的分布 矿床的地表氧化带极为发育,且与岩性、构造及地下水有密切关系。由于地下水位多随向斜起伏,故向斜轴部之含矿页岩最为强烈,且其氧化深度也愈大。

矿床上部复盖着一层厚度较大的铁帽,其下依次为铜铅的氧化带、铜铅锌混合带,最后并过渡到原生带。

氧化带多集中于矿区中南部，氧化程度以第一矿带及其上面迭置之黄铁矿体最为强烈，第二矿带之铅锌矿体局部亦有氧化现象；第三矿带之含铜硫铁矿，由于埋藏较深，基本上无氧化象征。

②氧化地段中铅锌铜各类矿石之比例 根据现有资料统计，氧化地段的矿石中以锌的混合矿及铅的氧化矿所占比例最大。其次为铜的氧化物。如以氧化地段的各类矿石之和为100%，则其比例为：

氧化铜 12.4%      硫化铜 5.1%

氧化铅 23.2%      混合铅 8.7%

混合锌 27.7%      硫化锌 22.9%

应当指出，根据一般理论，闪锌矿的氧化和溶解应该是比较快的。在硫化矿石中，锌是最先被氧化的矿石。从上列数值看来，锌的氧化程度似乎缓慢，而铜铅似乎加剧。关于这一点，笔者有以下几点意见：

a. 因闪锌矿在氧化带条件下易于分解流失，但常

残存有遗留下来的硫化物的半氧化矿石，其中闪锌矿的相对数量远远不符合其原来含量，故初步认为，闪锌矿及其他共生矿石的氧化已趋中末期阶段，大量的闪锌矿石已受氧化流失，故上述氧化程度之比值，只能适用于工业参考数据，而不能真实说明其氧化程度。

b. 铜的硫化物氧化后，主要产生硫酸铜，在硫酸和部分硫酸铁的溶液中，硫酸铜不起变化，且常呈可逆反应： $2\text{CuSO}_4 + 2\text{FeSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2$ ，故其持续时间较长，在条件良好的情况，常形成次生富集，故其氧化矿石较多。

c. 铅的硫化物活跃程度较锌铜差，虽也有某些程度上的失散，但基本上可以近似地代表原来的含量。

③氧化带之矿物 主要由褐铁矿组成之大量铁帽，为矿区氧化带之主要矿物，其次如黄钾铁矾、胆矾、孔雀石、铅矾等，分布也比较广，但锌之氧化物则可能由于不稳定而不多见（见表1）。

表1 金属矿物成分及氧化矿物分布表

| 带       | 分 布 情 况              |                       |                      | 备 注                    |
|---------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
|         | 主 要 矿 物              | 分布较广的矿物               | 稀 有 矿 物              |                        |
| 氧化矿石带   | 褐铁矿、黄钾铁矾、胆矾、孔雀石、铅矾   | 水锌矿、赤铁矿、针铁矿、铅铁矾、石膏、铜蓝 | 斑铜矿、铅丹(?)菱锌矿、白铅矿、菱铁矿 | 每一栏的矿物大致是以数量多少的次序先后排列的 |
| 表生硫化矿石带 | 白铁矿、胶状黄铁矿            |                       |                      |                        |
| 内生硫化矿石带 | 磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿 | 白铁矿、白钨矿               | 磁铁矿、毒砂、黝铜矿           |                        |

④铁帽之分布及含矿性 铁帽呈残积及坡积出现，残积铁帽即硫化矿体氧化带之产物，故其南北延展方向适与矿体分布相吻合，且迭置于主要矿带之上，呈似层状及扁豆状，其中最大一个铁矿体分布于矿区中部。

矿石类型主要有两种，即致密块状和疏松状褐铁矿，前者比重大，含铁品位高，一般达50%左右，见于页岩层位中，后者比重小，含铁40%左右，局部品位亦高，见于砂岩及石英岩层位中，两种铁帽均在不同程度上含有铜铅锌及其他有益或有害元素（参看表2）。

表2 有益及有害元素平均含量统计表

| 矿石类型   | 有益元素% |       | 有害元素%  |       |       |       |      | 备 注      |
|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|----------|
|        | 铜     | 锰     | 铅      | 锌     | 硫     | 磷     | 二氧化矽 |          |
| 致密块状铁帽 | 0.154 | 0.073 | 0.0875 | 0.161 | 0.265 | 0.067 | 7.8  | 约占总储量65% |
| 疏松状铁帽  | 0.31  |       | 0.22   | 0.175 | 0.121 |       |      | 约占总储量35% |
| 平均含量   | 0.187 | 0.073 | 0.117  | 0.164 | 0.20  | 0.067 | 7.8  | 以储量加权法求得 |

图7是一张铁与硫、磷、二氧化矽品位关系曲线图。从这张图中可以看出，铁与二氧化矽的含量呈消长关系，含铁愈高，二氧化矽则愈减少。与硫、磷则呈两极低中间高的曲线出现。从含铁量低的一端可以看出，硫、磷是随着含铁量增高而增高，也就是说原生矿石中

之硫、磷是与铁的含量成正比的，从含铁量高的一端看，则硫磷与铁之含量比呈消长关系出现，这是由于铁的次生富集及硫磷相对减少或失散所致。

⑥对铁帽成因的探讨 铁帽的分布，受硫化矿带的分布，岩性及构造等因素所控制。根据铁帽中常有

黄铁矿包裹体及各种硫化矿物氧化后残存之网格状结构以及铁矿中含较多的铜铅锌硫等元素,都足以证明它是硫化矿床之氧化带。褐铁矿石中铁之主要来源于黄铁矿,次为磁黄铁矿,黄铜矿也可能供给少量铁质。

在上部頁岩中賦存的含量丰富的以黄铁矿为主的硫化矿物,經氧化作用后,形成硫酸和析离的硫酸亚铁,

硫酸的存在加速了黄铁矿的氧化,而硫酸亚铁由于不稳定,而变成硫酸铁,硫酸铁在水中溶解而成胶状氢氧化铁,最后再由氢氧化铁脱水作用而形成褐铁矿,在脱水之后,有时生成含不同数量吸着水的一水化物(針鉄矿),脱水作用再继续进行,則产生赤铁矿或水赤铁矿。在水分充裕的情况下,赤铁矿亦可还原成褐铁矿。

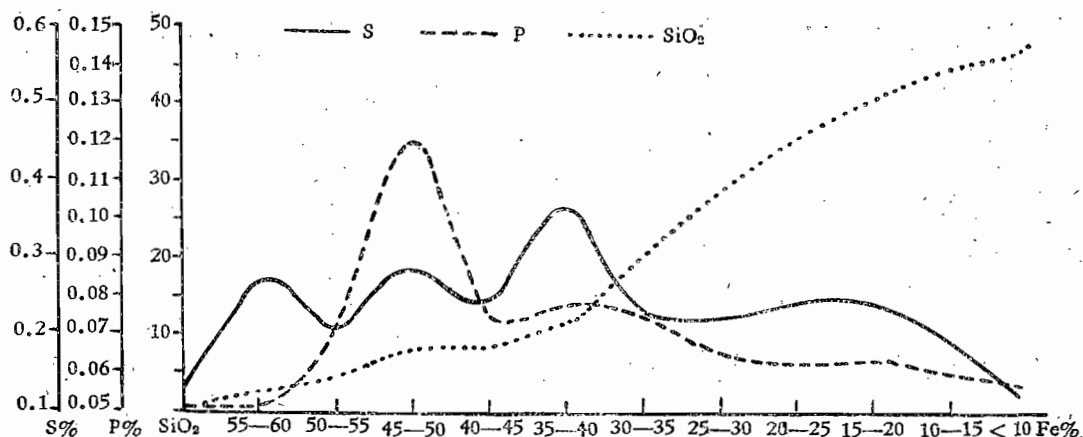


图7 鉄与硫、磷、二氧化矽品位关系曲线图

#### 丁、矿石类型及組織結構

##### 1. 矿石类型及共生組合

关于矿石类型及共生組合請参看表3。

##### 2. 矿石构造

①块状构造 块状构造主要由交代灰岩之硫化矿石組成,局部見于頁岩、石英岩及石英斑岩,矿石中除硫化矿物外,偶見交代残余之围岩及早期生成之非金属矿物,且常以包裹体出現,主要金属矿物及分布如下:

##### a. 第 II 礦帶:

(a) 方鉛矿、閃鋅矿石: 由块状粗粒集合体組成,有时呈单一矿石出現。

(b) 方鉛、閃鋅、黄鉄矿石: 由块状中——粗粒集合体組成。

##### b. 第 III 礦帶:

(a). 含黄銅矿之磁黄鉄矿石; 并常含有黄鉄矿, 由块状細粒集合体組成。

(b) 含黄銅矿之黄鉄矿石, 由块状細——粗粒集合体組成。

(c) 黄鉄矿、方鉛矿、閃鋅矿、黄銅矿石。

(d) 閃鋅矿、磁黄鉄矿石。

②浸染状构造 在此构造中, 围岩以石灰岩及頁岩为主, 次为石英岩(砂岩)、石英斑岩。这种构造的特

征是矿体内包含有大量的围岩, 且矿体与围岩呈渐变关系。矿物的分布情况如下:

a. 第 I 礦帶: 主要为細脉浸染状銅鉛鋅矿。銅鉛鋅的硫化矿物及氧化矿物呈星点状及細脉状(可以細小到肉眼不易察辨的程度)。各矿种的比例变化頗大, 并常与黄鉄矿共生, 其围岩为頁岩。

b. 第 II 礦帶: 以黄鉄矿、方鉛矿、閃鋅矿及黄銅矿为主, 成細粒散布于围岩中, 但成矿作用較弱, 因而金属矿物周围仍保留大量未交代的围岩及脉石矿物, 围岩多为泥质灰岩及頁岩。

c. 第 III 礦帶: 本矿带亦为块状矿石周围之成矿作用較弱部分。

(a) 磁黄鉄矿、黄鉄矿、黄銅矿石浸染于砂化、砂页岩化灰岩中, 部分呈平行条带状浸染。

(b) 黄鉄矿、黄銅矿石浸染于深灰色絹云母化灰岩中。

(c) 黄鉄矿、方鉛矿、閃鋅矿、黄銅矿石; 有时也含有磁黄鉄。它們常以混染状分布于磁黄鉄矿体底部之砂化、砂页岩化灰岩中。

(d) 閃鋅矿、磁黄鉄矿石, 此种矿石的数量极少。

③条带状构造 在灰岩中矿体大致沿层理交代, 部分矿石因而保存了沉积岩的原来层理, 未完全交代部分則呈条带状, 有的由于矿石种类不同, 不同矿石亦相間形成条带, 前者常見于浸染状硫化矿石中, 后者常見于細、中粒方鉛閃鋅黄鉄矿石中。

a. 方鉛矿、閃鋅矿、黄鉄矿与围岩呈平行条带状, 及矿石

表3 礦石类型及共生組合表

| 含矿层位           | 矿石类型       | 矿体产状             | 与空间关系的<br>火成岩的   | 矿 物 共 生 组 合                 |                           |                       |                   |                     | 围 岩       |                                                | 分布地段  |       | 矿石数量       |
|----------------|------------|------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------------------------------------------|-------|-------|------------|
|                |            |                  |                  | 矿 石 矿 物                     |                           |                       | 脉 石 矿 物           |                     | 种 类       | 蚀 变                                            | 水 平   | 垂 直   |            |
|                |            |                  |                  | 主要矿物                        | 次要矿物                      | 矿物生成次序                | 主要矿物              | 次要矿物                |           |                                                |       |       |            |
| 第 I 矿带         | 細脉及氧化浸染状矿石 | 沿細脉状一定层位呈        | 局岩发育<br>局部与接触处特别 | 方 鉛 矿<br>閃 鋅 矿<br>黃 鉄 矿     | 黃銅矿、褐鉄矿、菱鉄矿、水鋅矿、胆矾、鉛矾、孔雀石 | 黃鉄矿→黃銅矿→閃鋅矿→方鉛矿→各类氧化矿 | 石 英<br>高岭土<br>絹云母 | 方解石                 | 頁 岩       | 高岭土化<br>絹云母化<br>黃鉄矿化<br>褐鉄矿化(少)                | 矿区南部  | 上部    | 中 等        |
| 第 II 矿带        | 浸染至致密硫化矿石  | 沿层理呈透鏡状          | 不 明 显            | 方 鉛 矿<br>閃 鋅 矿<br>黃 鉄 矿     | 黃銅矿、毒砂、白鉄矿、銅藍(?)          | 黃鉄矿→黃銅矿→閃鋅矿→方鉛矿       | 石 英               | 絹云母<br>綠泥石          | 頁 岩 至 石灰岩 | 高岭土化<br>絹云母化<br>綠泥石化<br>矽化(局部)<br>矽噁岩化<br>碳酸盐化 | 南部至中部 | 中部至上部 | 主要鉛鋅矿体—局部  |
|                |            |                  |                  | 閃 鋅 矿<br>黃 鉄 矿              | 黃銅矿、方鉛矿、毒砂、磁黃鉄矿(少)        | 黃鉄矿→磁黃鉄矿→閃鋅矿→黃銅矿→方鉛矿  |                   | 方解石<br>白云石          |           |                                                |       |       |            |
|                |            |                  |                  | 黃 鉄 矿                       | 黃銅矿                       | 黃鉄矿→黃銅矿               |                   |                     |           |                                                |       |       |            |
| 第 III 矿带       | 致密块状硫化矿石   | 沿层理呈透鏡状          | 不 明 显            | 磁黃鉄矿<br>黃銅矿                 | 黃鉄矿、閃鋅矿、白鉄矿               | 磁黃鉄矿→黃銅矿→閃鋅矿          | 石英、綠泥石、矽噁岩        | 方解石、絹云母、白雲母、叶綠泥石、文石 | 石         | 矽 化<br>矽噁岩化<br>絹云母化                            | 中部至北部 | 中部至下部 | 主要銅矿体      |
|                |            |                  |                  | 黃 鉄 矿<br>黃銅矿                | 磁黃鉄矿、白鉄矿、白鉄矿(极少)          | 黃鉄矿→黃銅矿               | 石 英<br>絹云母        | 方解石<br>綠帘石          |           | 絹云母化、矽化、綠泥石化                                   | 北部    | 下部    | 重銅矿要体      |
|                |            |                  |                  | 磁黃鉄矿、黃銅矿                    | 閃鋅矿、鉄閃鋅矿                  | 黃鉄矿→磁黃鉄矿→閃鋅矿→黃銅矿      | 石 英 及 各种矽噁岩矿物     | 方解石                 |           |                                                |       |       |            |
| 方 鉛 矿<br>閃 鋅 矿 | 磁黃鉄矿、黃銅矿   | 黃鉄矿→磁黃鉄矿→閃鋅矿→方鉛矿 | 絹云母              | 矽 化<br>矽噁岩化<br>綠泥石化<br>絹云母化 |                           |                       |                   |                     |           |                                                |       |       |            |
| 閃 鋅 矿、磁黃鉄矿     | 黃鉄矿、黃銅矿    | 磁黃鉄矿→黃銅矿→閃鋅矿     | 綠泥石              |                             |                           |                       |                   |                     |           |                                                |       |       |            |
| 石英岩、石英斑岩       | 浸染状硫化矿石    | 細脉状及小透鏡体         | 显                | 黃 鉄 矿                       | 黃銅矿                       | 黃鉄矿→黃銅矿               | 石 英               | 方解石                 | 石英岩<br>砂岩 | 重結晶化<br>絹云母化                                   | 西部    | 下部    |            |
|                |            |                  |                  | 黃 鉄 矿                       | 黃銅矿                       | 黃鉄矿→黃銅矿               |                   | 方解石                 |           |                                                |       |       |            |
|                |            |                  |                  | 方 鉛 矿、閃鋅矿、黃鉄矿               | 黃銅矿                       |                       | 石 英<br>高岭土        | 方解石<br>絹云母          | 石英斑岩      | 高岭土化<br>絹云母化                                   | 南部    | 部     | 数          |
| 表生矿带           | 氧化矿        | 似层状              | 不明显              | 褐鉄矿、黃鉄矿、胆矾、孔雀石              | 赤鉄矿、鉛矾、銅藍、石膏、鉄鉀矾、白鉛矿、針鉄矿  |                       | 石 英               | 絹云母<br>粘土矿物         |           |                                                | 南至中部  | 上部    | 大鉄量<br>褐鉄矿 |

相間組成条带状。

b. 磁黃鉄矿、黃鉄矿、黃銅矿沿灰岩层理交代后，矿石与围岩平行相間，呈清晰条带状，而条带間又常有金属矿物浸染。

④脉状构造 含矿石英脉与后期形成之金属矿脉

穿插于岩石或早期成矿的矿体中，前者以含鉛鋅銅的黃鉄矿石英脉出現于矽化頁岩中，后者常見方鉛矿、閃鋅矿，黃銅矿呈細脉穿插于黃鉄矿及磁黃鉄矿內，有时亦見于围岩中。

⑤斑点状及团块状构造 a. 早期成矿矿物呈团块

状的交代残余留在后期矿物中,如磁黄铁矿中常见的残余黄铁矿。b. 后期成矿矿物对早期矿物只作了部分的交代,使此种新生矿物呈团块状或斑点状出现在早期矿物中,如磁黄铁矿或铅锌矿石中之黄铜矿。

⑥星点状构造 在各种围岩之矿化边缘,多种金属矿物(尤其是黄铁矿)常呈大量星散状存在,而在不利于交代成矿岩石内(如石英岩、石英斑岩等),则成为金属矿物存在的主要形式。

⑦表生构造 由各种硫化矿物氧化成褐铁矿,常为乳状、网格状、多孔状、裂纹状,角砾状、土状、致密块状。

### 3. 矿石结构

①自形结构 如方铅矿、黄铁矿,后者有时呈粒状。

②半自形结构及他形结构 晶体发育不良或无明显结晶,前者如闪锌矿及部分黄铁矿,后者如黄铜矿及磁黄铁矿。

③交代残余结构 早期矿物被晚期矿物所交代,呈溶蚀状被包裹在晚期矿物中,如黄铜矿以残余结构被包裹在磁黄铁矿及闪锌矿中。

④固溶体分解乳油状结构 部分闪锌矿与黄铁矿、磁黄铁矿呈固溶体分解,黄铜矿、磁黄铁矿在闪锌矿中呈乳油状散布。

⑤球粒结构 此种结构主要见于胶状黄铁矿中,由胶凝体的胶溶体凝缩而成。

⑥胶状结构 磁黄铁矿的胶状体呈圆环及他形状弯曲,此外,并有表生的胶状结构出现在褐铁矿中。

⑦文象结构 当黄铁矿被包围在磁黄铁矿中时出现文象结构。

⑧压碎结构 矿物晶体受压应力作用遭到破坏时就形成这种结构,它主要出现在黄铁矿中。

### 戊、矿物生成次序及世代划分

生成次序及世代划分请参看表4。表中所列成矿阶段基本上与由高至低的成矿温度一致,但鉴于若干高温的矽酸盐矿物(如石榴子石、绿帘石等)及高温金属矿物(如磁黄铁矿、白钨矿等)均出现于第二成矿期,所以该期之成矿温度也有可能反而高于第一成矿期(?)。常见的主要金属矿物生成次序如下:黄铁矿→磁黄铁矿→闪锌矿→黄铜矿→方铅矿。

### 己、铜、铅、锌的平均含量关系

铜与铅锌矿之分布无论沿水平方向或垂直方向均呈互为消长关系,而在品位的变化上,铜是由南向北渐次增高,它与黄铁矿相适应,并与磁黄铁矿相对消长,

| 矿物名称  | 第一成矿期    | 第二成矿期     | 第三成矿期  | 成矿期后 | 表生 |
|-------|----------|-----------|--------|------|----|
|       | (黄铜黄铁矿期) | (黄铜磁黄铁矿期) | (铅锌矿期) |      |    |
| 黄铁矿   | ●        |           |        |      |    |
| 黄铜矿   |          | ●         |        |      |    |
| 闪锌矿   |          |           | ●      |      |    |
| 石英    | ●        | ●         | ●      |      |    |
| 絹云母   | ●        | ●         | ●      |      |    |
| 方解石   |          |           |        |      |    |
| 叶腊石   |          |           |        |      |    |
| 綠泥石   |          |           |        |      |    |
| 磁黄铁矿  |          | ●         |        |      |    |
| 方鉛矿   |          |           | ●      |      |    |
| 白钨矿   |          | ●         |        |      |    |
| 綠帘石   |          | ●         |        |      |    |
| 石榴子石  |          | ●         |        |      |    |
| 透輝石   |          | ●         |        |      |    |
| 絹石    |          | ●         |        |      |    |
| 矽灰石   |          | ●         |        |      |    |
| 符山石   |          | ●         |        |      |    |
| 透閃石   |          | ●         |        |      |    |
| 斜矽綠原石 |          | ●         |        |      |    |
| 阳起石   |          | ●         |        |      |    |
| 炭石    |          | ●         |        |      |    |
| 白云石   |          | ●         |        |      |    |
| 金云母   |          | ●         |        |      |    |
| 白云母   |          | ●         |        |      |    |
| 黑云母   |          | ●         |        |      |    |
| 蛇紋石   |          | ●         |        |      |    |
| 叶綠泥石  |          | ●         |        |      |    |
| 黝銅矿   |          | ●         |        |      |    |
| 毒砂    |          | ●         |        |      |    |
| 白铁矿   |          | ●         |        |      |    |
| 沸石    |          | ●         |        |      |    |
| 高岭土   |          | ●         |        |      |    |
| 文石    |          | ●         |        |      |    |
| 蛋白石   |          | ●         |        |      |    |
| 重晶石   |          | ●         |        |      |    |
| 褐铁矿   |          | ●         |        |      |    |
| 白鉛矿   |          | ●         |        |      |    |
| 水銀矿   |          | ●         |        |      |    |
| 胆矾    |          | ●         |        |      |    |
| 黄銅鉄乳  |          | ●         |        |      |    |
| 鉄鉄乳   |          | ●         |        |      |    |
| 赤鉄矿   |          | ●         |        |      |    |
| 針鉄矿   |          | ●         |        |      |    |
| 胶状黄鉄矿 |          | ●         |        |      |    |
| 孔雀石   |          | ●         |        |      |    |
| 重晶石   |          | ●         |        |      |    |
| 菱鉄矿   |          | ●         |        |      |    |

表4 礦物生成次序表

但对于铅锌,此点则不明显。

1. 沿垂直地表方向的变化 在沿垂直方向划分的三个矿带中,位于上部的 I、II 矿带以铅锌为主,铜的金属在其中仅占 10—15%,但在 III 矿带中,铜的储量则占该矿带的 90% 以上,成为铜的主要矿带,而在矿床近地表部分常赋存多量黄铁矿体,并大部分氧化成铁帽,因此形成明显的黄铁矿→铅锌矿→含铜磁黄铁矿或含铜黄铁矿的顺向垂直分带。

2. 沿矿床走向的金属含量变化 铜矿与铅锌矿沿走向呈互为消长的关系至为明显。在矿区南部,致密块状铅锌矿很发育,而单独的铜矿体则很少存在。在

矿区中南部为鉛鋅矿貯量的主要分布地段，这里的銅矿体則层数多，厚度小，变化大。在中北部及北部，鉛鋅已仅局部偶然存在，但这里則是銅的主要分布区。

## 庚、围岩 蝕 变

矿区各种蝕变情况已在表 3 中表示出来，現在再将与成矿有关的主要蝕变列表如下：

表 5 围岩蝕变与成矿的关系表

| 所属<br>矿带 | 围岩 | 蝕 变 种 类 及 蝕 变 矿 物 | 与 成 矿 关 系     | 分 布 地 段   |             |
|----------|----|-------------------|---------------|-----------|-------------|
|          |    |                   |               | 沿 走 向     | 垂 直 地 面 方 向 |
| I        | 頁岩 | 高岭土化：高岭土，絹云母      | 为鉛鋅矿体主要围岩蝕变有关 | 南 部       | 矿 床 上 部     |
| II       | 灰岩 | 弱矽化：石英            | 与鉛鋅有关         | 矿 区 各 处   | 中 上 部       |
| II       | 灰岩 | 綠泥石化：綠泥石          | 与鉛鋅有关         | 矿 区 各 处   | 中 上 部       |
| III      | 灰岩 | 矽化：石英、絹云母         | 与黃銅矿、磁黃鉄矿有关   | 中 部 至 北 部 | 下 部         |
| III      | 灰岩 | 矽噁岩化：透閃石等多种矽噁岩矿物  | 与黃銅矿、磁黃鉄矿有关   | 中 部 至 北 部 | 下 部         |
| III      | 灰岩 | 絹云母化：絹云母          | 与黃銅矿、黃鉄矿有关    | 北 部       | 下 部         |

## 辛、矿床的成因类型

量稀有分散元素，矿体产于距火成岩較近的沉积岩层中，矿化普遍，蝕变标志明显，并見有各种不同类型矿石及蝕变矿物，綜上情况，此矿床应属以碳酸質岩石为主要围岩的中、高温热液充填交代多金属矿床。

矿床受岩性及构造控制，矿体产状有陡的及平緩的两种，有用組分鉛鋅銅硫均达中、大規模，伴生有大