

# 铜镍硫化物矿床

# 一、铜镍矿石

## 1、黄铜矿



黄铜矿是一种较常见的铜矿物，四方晶系，晶体相对少见，为四面体状；多呈不规则粒状及致密块状集合体，也有肾状、葡萄状集合体。

黄铜黄色，表面常有蓝、紫褐色的斑状锈色。绿黑色条痕。金属光泽，不透明。两组不完全解理。硬度3~4。性脆。相对密度4.1~4.3。

产状：产于与基性、超基性岩有关的铜镍硫化物矿床中，与磁黄铁矿、镍黄铁矿密切共生。

鉴定特征：以其较深的黄铜黄色及较低的硬度与黄铁矿相区别。

# 一、铜镍矿石

## 1、黄铜矿



# 一、铜镍矿石

## 2、镍黄铁矿 $[(\text{Ni,Fe})_9\text{S}_8]$

镍黄铁矿是一种镍和铁的硫化物矿物，世界上90%的镍是从这种矿物中提炼的。

等轴晶系，古铜黄色，色调稍浅于磁黄铁矿。绿黑色或亮青铜褐色条痕。金属光泽。不透明。完全解理。硬度3~4。相对密度4.5~5。金属光泽。一般呈细粒状。

在氧化带中易氧化成鲜绿色被膜状镍华或含水硫酸镍。

产状与组合：

主要产于铜镍硫化物矿床中，与磁黄铁矿、黄铜矿密切共生。

鉴定特征：

镍黄铁矿无磁性，而磁黄铁矿通常有磁性。色调、古铜黄色条痕和裂理与之区分。

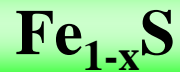
# 一、铜镍矿石

## 2、镍黄铁矿



# 一、铜镍矿石

## 3、磁黄铁矿



磁黄铁矿是红砷镍矿族中的一种铁的硫化矿物，它的成分中含有硫达40%，因此可以用来制作硫酸。而当其中的镍含量很高时，可从中提炼镍。

物理性质：

暗青铜黄色带红，带褐色锈色。条痕亮灰黑色。金属光泽。不完全解理。裂开发育。性脆。硬度3.5~4.5。相对密度4.60~4.70。具弱磁性。

产状与组合：

广泛产于内生矿床中。在Cu-Ni硫化物矿床中，常与镍黄铁矿、黄铜矿密切共生。在接触变质矿床中，为矽卡岩晚阶段的产物，与黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、闪锌矿、毒砂等共生。在热液矿床中，常与黑钨矿、辉铋矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、石英等共生。

鉴定特征：

暗青铜黄色，硬度小，弱磁性。火焰烧之熔成具强磁性的黑色块体。

# 一、铜镍矿石

## 3、磁黄铁矿



# 一、铜镍矿石

少量的其他金属矿物：**磁铁矿**，黄铁矿，辉钼矿及钛铁矿。

非金属矿物：橄榄石，辉石及斜长石（橄榄岩类）

矿石结构：**海绵陨铁结构**，它形粒状粒状结构

矿石构造：**浸染状构造**，斑点状构造，团块状构造，细脉状构造和角砾状构造

成因：岩浆熔离成矿作用



## 岩浆熔离型Cu-Ni硫化物矿床

铜镍硫化物矿床是镍的最主要来源（占20%），它提供了世界镍产量的60%以上（Cu的重要来源之一，PGE）。加拿大的肖德贝里（Sudbury）铜镍硫化物矿床最为著名。我国甘肃金川、吉林红旗岭、四川力马河等铜镍硫化物矿床都属于这一类型。

# 矿石特征

## 矿物组合——

金属矿物主要是**磁黄铁矿**、**镍黄铁矿**、**黄铜矿**，其次是黄铁矿、紫硫镍铁矿、针镍矿、磁铁矿等；脉石矿物有辉石、斜长石、橄榄石等。

## 矿石组构——

矿石结构：他形-半自形结构、海绵陨铁结构等。

矿石构造——斑点状构造、浸染状构造、团块状构造、细脉状构造和角砾状构造等。

**镍黄铁矿**是一种镍和铁的硫化物矿物，化学成分为 $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$ ，属等轴晶系，一般呈细粒状，可见豆状、针状、条状。镍黄铁矿为古铜黄色，具有金属光泽，不透明，解理完全。

### **磁黄铁矿**

暗铜黄色带红，晶形呈六方板状、柱状，通常呈致密块状集合体，金属光泽。

# 甘肃金川铜镍硫化物矿床

- 我国最大的镍矿床。矿床位于古隆起边缘深断裂的次级断裂中，含矿超镁铁质岩带呈岩墙状侵入前震旦系的变质岩中，呈NW走向（ $310^{\circ}$ ），倾向SW，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ；
- 岩体沿走向、倾向有明显的膨缩和分枝现象，凹槽部分有一定的控矿作用。岩体横剖面呈楔状、板状、歪漏斗状；
- 岩体属**纯橄榄岩-二辉橄榄岩-斜长橄榄岩型**，具对称分异分带特征。岩相沿走向呈带状分布，横剖面上呈同心圆状；
- 岩体普遍受蛇纹石化、绿泥石化、透闪石化，局部有碳酸盐化；
- 镁铁比值（M/F）介于2.7~5.9之间，属铁质超镁铁质岩石。

## 甘肃金川铜—镍硫化物矿床简介

现保有矿石储量4.4亿吨，镍金属保有储量450万吨，铜金属保有储量300万吨（居中国已开发矿山第二位），钴金属保有储量13万吨，同时还伴生有铂、钯、钼、铀、钒、铯、铷、硒等稀贵元素。镍和铂族金属产量占全国的90%以上，是中国最大的镍钴生产基地和铂族金属提炼中心，被誉为中国的“镍都”

# 甘肃金川铜镍硫化物矿床

- 全区共发现工业矿体数百个，按成因可分为岩浆熔离型、深部熔离-贯入型以及贯入型3种：

(1) 熔离型：矿体呈似层状、透镜状，长十到数十米，分布在岩体的各个部位及各岩相中，形态与产状均受所在岩相控制。矿体与围岩呈渐变过渡关系，矿石构造以稀疏浸染状为主，主要为贫矿。

(2) 贯入型：矿体呈透镜状、脉状及团块状，规模很小，常成群出现，主要赋存在熔离-贯入型矿体的下部、岩体尖灭部位及其上、下盘围岩中。产状受原生裂隙和围岩片理控制，矿体与围岩间界线清楚。矿体绝大部分是富矿，矿石构造为致密块状。

# 甘肃金川铜镍硫化物矿床

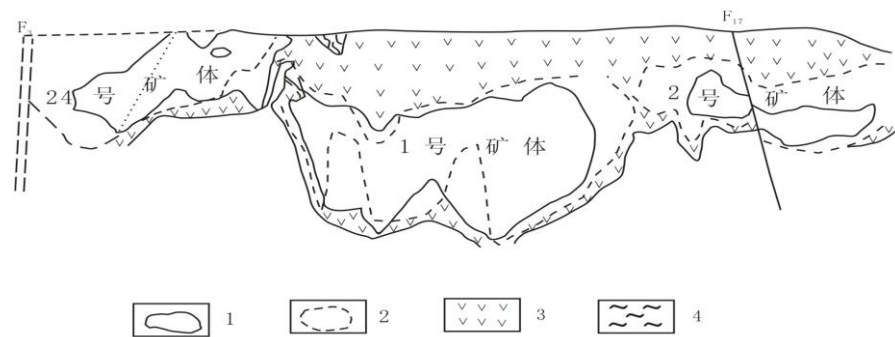


图 3-11 金川矿区主要矿体埋藏深度及空间分段纵剖面示意图  
(转引自袁见齐等, 1985)

1-铜镍富矿体; 2-铜镍贫矿体; 3-超镁铁质岩体; 4-片麻岩

(3) 深部熔离-贯入型: 为区内的主要矿体类型, 占全区储量的96%以上, 主要以24号、1号和2号(图3-11)为代表。各矿体均由不同品级的矿石组成, 其中1号矿体规模最大, 以富矿为主, 贫矿呈壳状包围富矿(图3-12), 矿体形态较规则, 呈大透镜状, 分布于岩体深部, 延深千余米。各矿体的产状与岩体或岩体底部形态大体一致。矿石为块状、浸染状构造, 多为海绵陨铁结构。

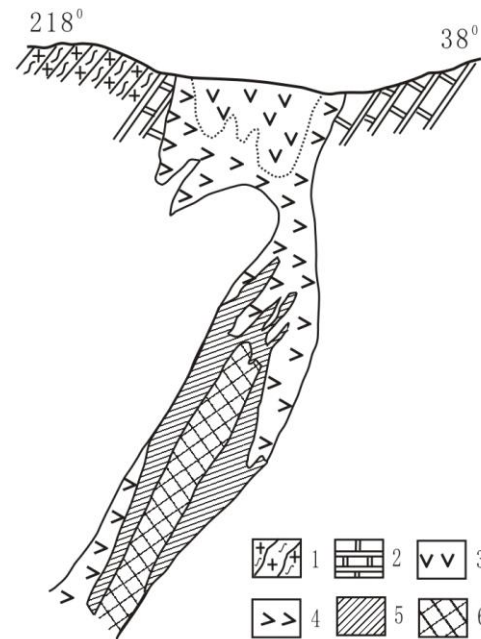


图 3-12 金川矿区产于岩体底部的铜镍硫化物矿体剖面示意图(转引自周明宝等, 1993)

1-混合岩; 2-大理岩; 3-中粗粒二辉橄榄岩; 4-中粗粒含矿二辉橄榄岩; 5-贫矿体; 6-富矿体

# 甘肃金川铜镍硫化物矿床

- 矿石矿物——主要有磁黄铁矿、黄铁矿、镍黄铁矿和黄铜矿，次要的白铁矿和针镍矿；
- 矿石中可供综合利用的伴生元素有Pt、Pd、Os、Ir、Ru、Rh、Au、Ag、Co、Se、Te、S和微量的Ge、In、Tl、Cd等。这些元素与铜镍矿体有密切关系，在富矿中含量比贫矿中含量高；
- 该矿床主要由熔离、深部熔离-贯入及贯入作用形成的。此外，还有部分矿体是由接触交代、热液等作用形成的



# 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。

# 3. 同位素地球化学证据

## 1) 硫同位素

岩体  $\delta^{34}\text{S}$  的变化范围  $-1 \sim 3\text{‰}$  之间，表明岩体中硫主要来源地幔；

2)  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ : 岩体为  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.7062$

◆ 地幔为  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.704 - 0.706$

★说明含矿岩体的原始岩浆具有幔源岩浆的特点，并起源于的弱亏损地幔。

4. 成矿作用——岩浆熔离成矿作用

5. 成因类型——岩浆熔离矿床

## 铜镍矿床

### 手标本:

灰黑色，海绵陨铁结构，侵染状构造。

矿石矿物，25%：磁黄铁矿20%：古铜黄色略带棕红色调，他形粒状集合体、金属光泽，贝壳状断口、硬度中等；镍黄铁矿：淡黄色、他形粒状、金属光泽；黄铜矿，铜黄色，他形粒状，金属光泽，锯齿状断口。

脉石矿物：75%，辉石，斜长石（详细描述）

定名：岩浆成因的铜镍硫化物矿床

### 镜下:

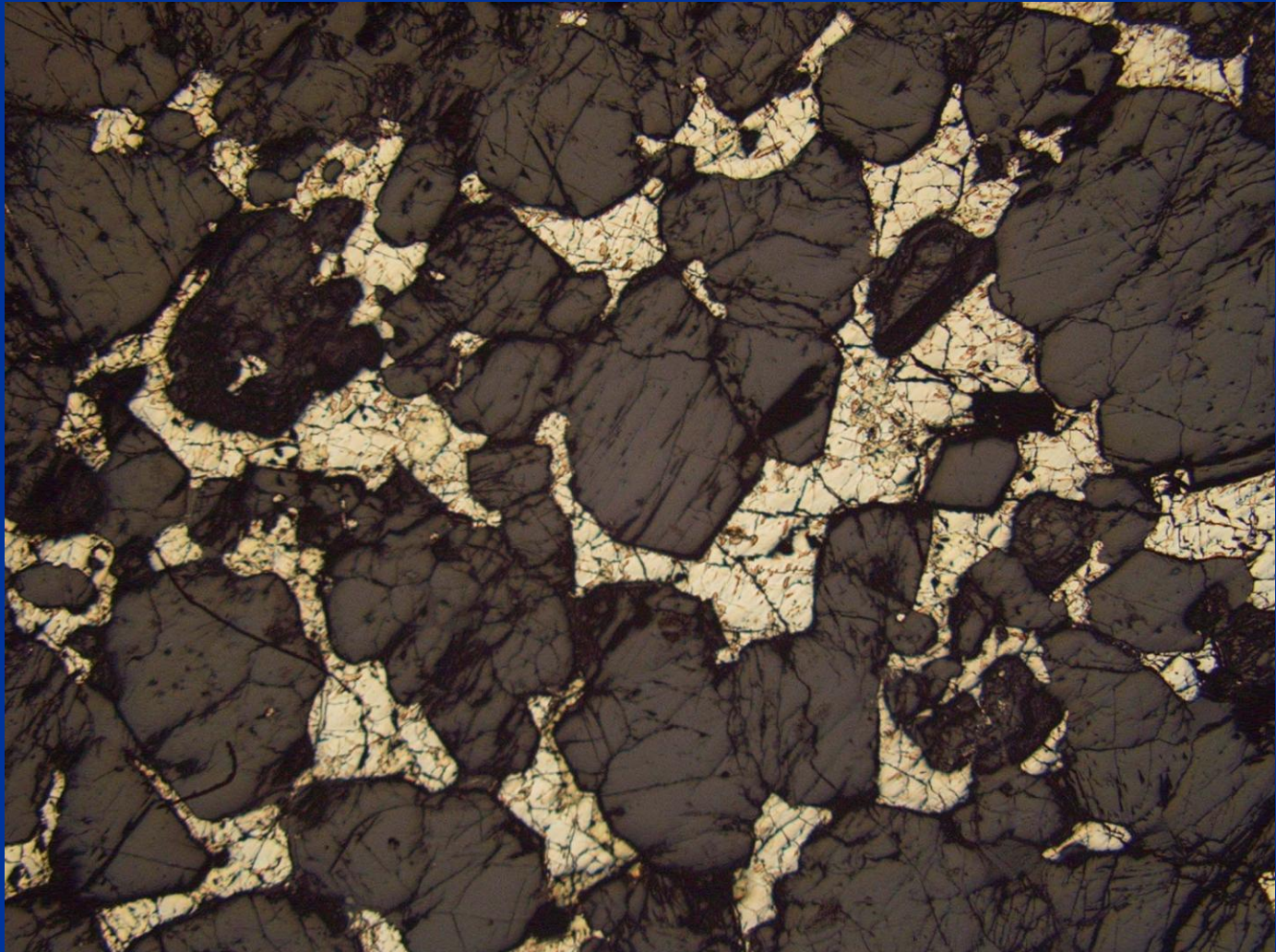
矿石矿物：磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、

脉石矿物：

交代溶蚀结构

矿石经历了一个矿化期、一个矿化阶段，生成顺序为镍黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿。

为岩浆成因的铜镍硫化物矿床



## 海绵陨铁结构

磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿等铜镍硫化物充填于辉石等硅酸盐造岩矿物之间，构成海绵陨铁结构