

# 夹皮沟金矿地质特征及成矿规律

609队 郑永生

夹皮沟矿床规模大、品位高，迄今已有百余年的采掘史。多年来，在矿山开采和勘探的过程中积累了大量的资料。

## 一、矿区地质概况

矿区位于阴山东西复杂构造带东端与新华夏系张广才岭的交汇处。

**1.地层：**矿区内除河谷见现代冲积层外，大部分为前震旦纪老变质岩系。岩层走向一般为北40—60°东，倾向南东，倾角30—45°（图1）。局部见折曲现象。区内变质岩主要为角闪斜长片麻岩及黑云母斜长片麻岩；其间常因暗色矿物含量变化而形成过渡变质相，如黑云母角闪斜长片麻岩、角闪黑云母斜长片麻岩。角闪斜长片麻岩为主要近矿围岩。

因受区域不同强度及表现形式的混合岩化作用影响，区内片麻岩多被混合交代，形成三种混合岩相：注入片麻岩、混合片麻岩及混合花岗岩，组成混合杂岩。

**2.构造：**区域某山字型构造的反射弧呈北西向弧形构造纵贯矿区西部。次一级构造均于其上盘（东部）成群出现，与主构造成大角度交汇，为控制成矿及含金石英脉分

布的主要空间。

次一级构造群大致呈三条平行的构造断裂带，沿缓倾单斜构造（早期构造）作相间分布。而以中部构造断裂带规模最大，含矿最好。已查明该带由数十条平行的含矿断裂组成，作疏密相间的侧幕状排列。含矿断裂产状随所处构造断裂带局部方向而变化，由西向东，其走向变化为北东—东西—北西，倾向南东，倾角30—75°。

含矿断裂的形成具有长期性、多次性、复杂性的特点。初步认为含矿断裂为张扭力复合作用所形成。

成矿后构造有北西、北东及北东东三组。前两组为横切断层，破坏或断移含金石英脉；后者则搓碎含金石英脉或沿其走向呈粘土线分割矿脉。

**3.火成岩：**矿区内未见侵入体出露。但脉岩颇为发育，按与成矿关系可分为成矿期及成矿后两种脉岩。前者主要为闪长玢岩及石英正长斑岩。后者为闪长岩、细粒闪长岩、煌斑岩及长英岩

## 二、矿床地质特征

**1.矿体形态、产状及规模：**含金石英脉多呈单脉产出，复脉少见。脉体沿走向及倾斜一般不稳定。单一含金石英脉常由数个石英透镜体组成，其空间排列及形态变化特点有三：一是侧幕状排列，沿单脉之走向、倾斜均较发育，但以倾斜较明显。特点是前行石英透镜体，均位于后行石英透镜体之上盘倾斜延深部（图2—1）。二是尖灭再现，沿单脉走向发育，两个间断的石英透镜体为一含矿粘土线所衔接，透镜体与粘土线长度比大约为5：1—10：1（图2—2）。三是分支复合，沿单脉之走向及倾斜均较发

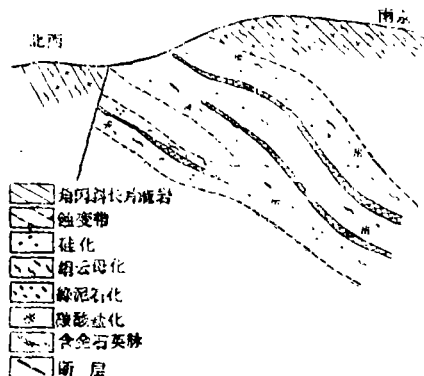


图1 某勘探线地质剖面图

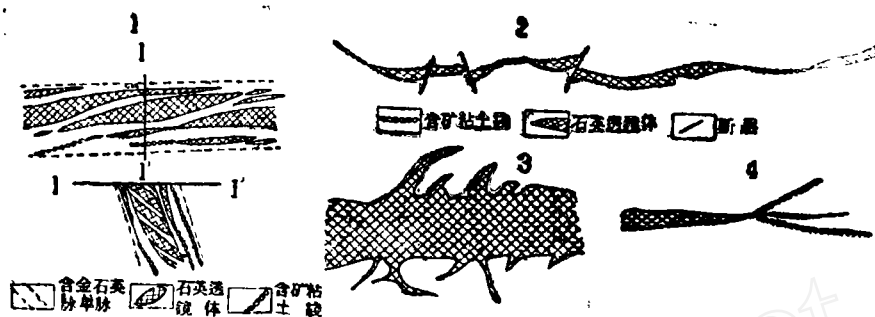


图2 矿脉形态示意图

1. 石英透镜体呈侧幕状排列 2. 沿走向石英脉尖灭再现 3. 侧分支 4. 束状分支

育。平面上有侧分支及走向分支两种。前者支脉延长不大，排列较乱，有时相互交织网络密集（图2—3）；后者支脉多呈束状，近主脉收敛，远离主脉则分散，最终常为粘土线所代替（图2—4）。

含矿构造空间控制着含金石英脉的几何形态，使脉体沿长、深、宽呈不同特征（图8），以各脉之最低侵蚀面为上限，含金石英脉之变化有二：①长>深，走向延长大于倾斜延深，纵剖面呈“扇形”，但因侧伏使顶角偏移，两边不等。沿倾斜横剖面呈上宽下窄的“楔形”。此种形态多为高温期含金石英脉所特有。②长≤深，走向延长小于或等于倾斜延深，纵剖面呈“尖刀状”。沿倾斜横剖面呈“中宽上下窄”的透镜状。此种多为中低温期含金石英脉所特有。

含金石英脉产状可分四组：①走向北10°西，倾向南西，倾角20—30°；②走向北50°东，倾向南东，倾角40°±；③走向北70°东，倾向南东，倾角30°±；④走向近东西，倾向南东或南，倾角40—50°。①组由单

矿脉组成，其走向与构造断裂带呈大角度相交，但其矿化范围仍受构造断裂带控制。

②、③、④组矿脉群沿构造断裂带作平行分布。脉群条数、密度不均，沿走向疏密相间或首尾超复。上述以①、②、③组矿化强烈，为主要工业对象。

矿区内以中部构造断裂带规模最大，含矿最好。矿床之全部黄金产量几乎都来源于此。经工程控制走向长达数千米，延深数百米，水平宽数十至数百米。其中含有数十条工业矿脉。工业矿脉最长达300—500米，一般200—300米；最深达300—700米，一般200—400米；最大幅宽2—8米，一般0.5—1米。

## 2. 矿石结构构造：见表1。

3. 含金石英脉类型及蚀变与矿化的关系：根据矿物共生组合、结构构造及脉石英等特征，将含金石英脉分为五种类别（表2，图4）。

主要蚀变类型有硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化及黄铁矿化。其中以绿泥石化及绢云母化与矿化关系密切。多金属硫化矿物颗粒常沿脉状绢云母或绿泥石断续分布，有时亦呈微细的小脉条沿叶片状绢云母或丛生的绿泥石晶隙填充及交代。各种蚀变常互相迭加，构成复杂的蚀变综合体，可作为直接找矿标志。

含金石英脉侧部围岩因受动力变质作用影响，常形成片理化，并有热液蚀变迭加，形成以矿脉为中心的对称蚀变带，单侧蚀变宽度约2米。

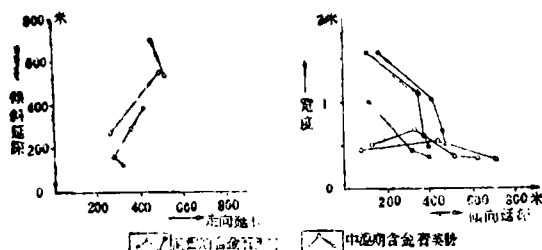


图3 含金石英脉延深与延长及延深与宽度之间的关系

表 1

| 结 构   | 特 征                 | 出现情况 | 构 造 | 特 征                                                  | 分布情况 | 工业意义 |
|-------|---------------------|------|-----|------------------------------------------------------|------|------|
| 自形晶   | 黄铁矿呈完好立方体晶形         | 常见   | 块状  | 黄铁矿、黄铜矿集合体呈块状                                        | 常见   | 不大   |
| 他形晶   | 方铅矿、黄铜矿呈他形粒状集合体     | 常见   | 浸染状 | 黄铁矿、黄铜矿呈个体晶粒散布                                       | 常见   | 不大   |
| 斑状    | 自形黄铁矿斑晶为他形黄铁矿(基质)溶蚀 | 少见   | 网脉状 | 黄铁矿或黄铜矿呈细脉状沿交错裂隙充填                                   | 常见   | 较大   |
| 乳油状   | 黄铜矿呈乳滴状分布于闪锌矿中      | 少见   | 条带状 | ①多金属矿化矿物呈条带状与石英平行相间排列, 条带窄(1厘米±)排列密集                 | 常见   | 大    |
| 骸晶状   | 黄铁矿被交代呈骸晶为方铅矿胶结     | 常见   |     | ②磁铁矿呈透镜状沿石英脉内缘作扁平状不连续分布, 构成对称条带状构造, 条带宽(5-10厘米)、排列松散 | 少见   | 小    |
| 结状    | 黄铜矿呈脉状贯穿黄铁矿晶粒集合体边缘  | 常见   |     |                                                      |      |      |
| 交代残余状 | 黄铁矿、黄铜矿被方铅矿交代       | 常见   |     |                                                      |      |      |
| 压碎状   | 黄铁矿晶粒呈压碎状           | 少见   |     |                                                      |      |      |
| 揉皱状   | 方铅矿解理呈弯曲状           | 常见   | 皮壳状 | 黄铁矿晶粒沿磁铁矿透镜体边缘分布                                     | 少见   | 小    |
|       |                     |      | 晶洞状 | 石英脉中见垂直脉壁呈扁豆状晶洞, 晶簇矿物为石英、方解石                         | 常见   | —    |
|       |                     |      | 角砾状 | 石英颗粒为方铅矿胶结, 石英被交代, 有时呈斑点状                            | 常见   | 较大   |

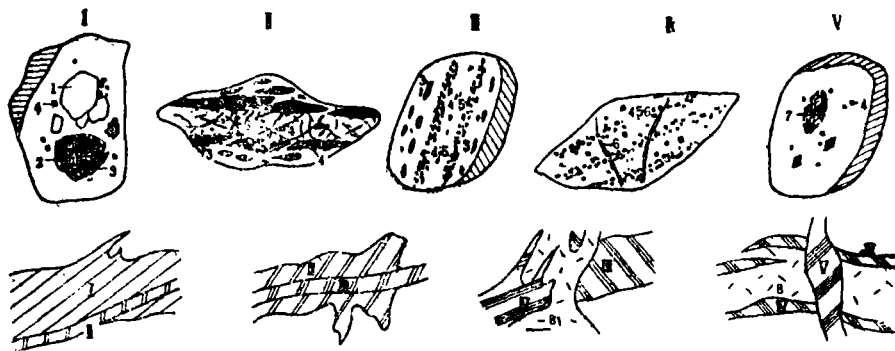


图 4 含金石英脉构造特征及其相互关系

1—白钨矿; 2—黄铁矿; 3—磁铁矿; 4—黄铁矿; 5—黄铜矿; 6—方铅矿; 7—方解石; 8—石英正长斑岩; I—白钨矿含金石英脉; II—磁铁矿含金石英脉; III—黄铜矿、黄铁矿含金石英脉; IV—多金属含金石英脉; V—方解石石英脉

表 2

| 类别 | 含金石英脉类型      | 矿物组合                     |                | 结 构                    | 构 造                          | 脉石英特征                          | 光谱分析结果                                                        |
|----|--------------|--------------------------|----------------|------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|    |              | 金属矿物                     | 非金属矿物          |                        |                              |                                |                                                               |
| I  | 白钨矿含金石英脉     | 白钨矿、黑钨矿、磁铁矿、黄铁矿、白铁矿、菱铁矿  | 石英、绿泥石、绢云母     | 白钨矿呈不规则块状集合体，磁铁矿与菱铁矿伴生 | 块状、浸染状、角砾状                   | 乳白色、玻璃光泽、晶粒粗大(1-5毫米)，结构松散      | Si、Mg、Fe、Al、Ca、K、Ti、Mn、Ba、Pb、Cu、Cr、Ni、Co、Mo、Ga、Sr、Bi、W        |
| I  | 磁铁矿含金石英脉     | 磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、白铁矿、菱铁矿 | 石英、绿泥石、绢云母     |                        | 磁铁矿与菱铁矿组成透镜体，沿脉平行分布，成皮壳状、网脉状 | "                              | Si、Mg、Fe、Al、Ca、K、Na、Ti、Mn、Ba、Pb、Cu、Zn、Ni、Co、Mo、Sr、Ag、Au       |
| I  | 黄铁矿、黄铜矿含金石英脉 | 黄铁矿、黄铜矿、白铁矿、磁铁矿、菱铁矿      | 石英、绢云母、绿泥石、方解石 | 少量磁铁矿呈豆状，嵌布于石英脉侧对称分布   | 条带状、网脉状、晶洞状                  | 灰白色或深灰色，油脂光泽，晶粒较细(0.5-1毫米)结构致密 | Si、Mg、Fe、Al、Ca、K、Na、Ti、Mn、Ba、Pb、Cu、Zn、Ni、Co、Mo、V、Sr、Au、Ag、Bi  |
| IV | 多金属含金石英脉     | 黄铁矿、黄铜矿、白铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿  | 石英、绢云母、绿泥石、方解石 |                        | 条带状、网脉状、晶洞状、                 | "                              | Si、Mg、Fe、Al、Ca、K、Na、Ti、Mn、Ba、Pb、Cu、Zn、Ni、Co、Mo、V、Sr、Au、Ag、As  |
| V  | 方解石-石英脉      | 黄铁矿                      | 石英、方解石、绿泥石     |                        | 浸染状                          | 洁白或蛋白色光泽，显灰暗，其间常有方解石块          | Si、Mg、Fe、Al、Ca、K、Na、Ti、Mn、Ba、Pb、Au、Cu、Zn、Ni、Co、Ca、As、Sr、Ag、Bi |

### 三、矿床成矿规律

**1. 矿床原生分带：**矿物组合的带状分布特征为：上部以高温氧化物组合白钨矿、磁铁矿为主，黄铁矿少量；中部以多金属硫化矿物为主，磁铁矿少量；下部以石英、方解石为主，有少量黄铁矿、绿泥石。这种分带现象对单一含金石英脉表现尤为明显。如一些脉在某中段以上为高温氧化物组合，向下则为多金属组合所代替，使矿床具有间歇逆向垂直分带的特征，可作为指导矿床勘探和追索深部矿脉的标志。

#### 2. 矿化及其富集特征：

①呈暗灰或灰白色、油脂光泽、结构致密的脉石英中矿化好，常构成工业矿体。呈块状乳白或蛋白色、晶粒粗大的脉石英矿化弱。

②石英脉中微裂隙愈发育，矿化愈强，尤以其中充填绿泥石、网络交错密集处矿化富集，多数构成工业矿体。

③呈侧幕状排列的石英脉于其首尾衔接处矿化较富，金属硫化物常呈矿团状产出。

④主脉比支脉矿化强，主、支脉复合处矿化较富集。

⑤石英脉中围岩夹石密集处矿化较富。

⑥石英脉宽度与矿化强度成反比，石英脉愈宽则矿化弱，脉窄者矿化稳定而富集(少数例外)。

⑦片理化与热液蚀变愈强则矿化愈富集。

⑧多金属矿物为主的石英脉矿化强，为主要工业对象，而富含氧化物组合的石英脉矿化较弱。

**3. 金的赋存与硫化矿物的关系：**镜下观察表明，显微状自然金呈粒状(粒径0.01—0.05毫米)填充、熔蚀硫化矿物。其赋存形态有：熔蚀交代黄铁矿及黄铜矿；熔蚀交代黄铁矿；沿方铅矿裂隙填充。自然金形成晚于黄铁矿、黄铜矿，而与方铅矿沉淀时间相当。金的富集与硫化物的关系是：①金与硫

化物的富集地段一致,硫化物集中则金含量亦高。②黄铁矿呈细粒集合体者含金高,呈粗大晶体则含金少。③黄铁矿呈发丝状细脉者并伴有绿泥石细纹则金含量高。④金与铜、铅、银品位变化成正比,金银之比一般为1:2至1:5。

#### 四、矿床形成地质条件及其成因探讨

##### 1. 形成地质条件:

**构造是控制成矿的主要因素** 矿床的形成及分布严格受近北东向构造断裂带的控制。成矿前的断裂不仅是矿液上升的通道,而且是矿液沉淀的场所。构造断裂的几何形态及空间排列方向,控制着含金石英脉的形状、产状、矿化及其富集。

表现为以张力作用为主的含金石英脉,其延深较小,脉壁不规则,主脉分支强,支脉小而不规则。石英脉体不稳定,沿走向、倾斜均有膨缩尖灭分支再现现象,其中围岩捕虏体形态不完整,分布零乱。这是高温期含金石英脉的主要特征。表现为以扭力作用为主的含金石英脉,其延深较大,脉壁规则,支脉较少且分布具方向性,脉体较稳定,一般呈透镜状或似板状,其中围岩捕虏体呈拉长之透镜体沿脉体作扁平状分布。这是中低温期含金石英脉的主要特征。

**火成岩条件** 如前所述,矿区内未见火成岩侵入体出露,仅见成群出现的中酸性脉岩。最早期的成矿期脉岩为闪长玢岩及石英正长斑岩;二者呈复合脉先后侵入于储矿构造中。光谱多元素分析表明,脉岩与含金石英脉化学成分上有某些共性。与同一矿田邻区同一类型矿床之燕山期花岗闪长岩的岩石学、岩石化学、地球化学特征对比,初步认为,闪长玢岩、石英正长斑岩与花岗闪长岩系同源岩浆分异不同阶段的产物。燕山期岩浆活动及其派生的脉岩类与矿床成矿在成因上、时间上、空间上都有着密切关系。因此,研究和掌握燕山期岩浆活动及其派生脉

岩的产状和分布规律,对指导找矿同样具有重要意义。

**围岩条件** 强片理化和热液蚀变的角闪斜长片麻岩为主要之近矿围岩。勘探工作表明,工业矿床均富集于此岩相内,而大面积出露之混合片麻岩内虽亦有矿化但均不达工业要求。当同一含矿裂隙穿越两种岩相时,矿化在混合片麻岩中便骤然减弱。可见矿化对围岩岩性有一定的选择性。

##### 2. 矿床成因:

**成矿阶段** 从含金石英脉的相互穿插、切割和破坏等情况可知,矿床并非一次成矿。根据矿物组合、构造间隔等将含金矿热液的沉淀大体分为三个活动期(表3);即高、中、低三个热液期。高温热液期以富含高温氧化物矿物组合(如白钨矿等)为特点。脉石矿物有石英、绢云母及少量绿泥石。该期有自然金形成。中温热液期富含多金属硫化矿物,黄铁矿被方铅矿穿插。脉石矿物有石英、绢云母、绿泥石。以少量方解石沉淀的出现而结束中温期。该期有大量自然金生成。低温热液期为成矿之尾声阶段,矿化矿物大量减少,方解石相对增多,该期没有自然金生成。总之,矿床中金的沉淀以中温热液期最为富集,是主要的工业矿脉。

**矿液沉淀方式** 含金石英脉与围岩接触界线比较清楚,即或在构造交叉处,虽形态变化复杂,但很少形成突然膨缩,脉中有发育的栉状构造,并于尖灭处呈现楔形,时而有围岩捕块或岩屑被包裹,说明矿液以充填作用为主,仅局部围岩受硅化。

综上所述,根据矿脉产状、形态、围岩蚀变、成矿阶段及含金矿热液沉淀方式等特征,初步认为该矿床成因类型为:远离侵入体的中温热液裂隙充填型含金多金属石英脉矿床。

## 五、结 语

1. 矿区近东西向构造断裂带是控制成矿的主要因素。构造活动的多次性,导致矿液沉

表 3

| 生成次序<br>矿物种类 | 高温热液期 |      | 中温热液期 |      | 低温热液期 | 表生<br>成矿期 |
|--------------|-------|------|-------|------|-------|-----------|
|              | 第一阶段  | 第二阶段 | 第三阶段  | 第四阶段 | 第五阶段  |           |
| 白钨矿          | ——    | ——   |       |      |       |           |
| 黑钨矿          | ——    | ——   |       |      |       |           |
| 磁铁矿          | ——    | ——   | ——    |      |       |           |
| 菱铁矿          | ——    | ——   | ——    |      |       |           |
| 石英           | ——    | ——   |       |      |       |           |
| 绢云母          | ——    | ——   |       |      | ——    |           |
| 绿泥石          | ——    | ——   |       | ——   | ——    |           |
| 方解石          |       |      | ——    | ——   | ——    |           |
| 自然金          | ——    | ——   | ——    | ——   |       |           |
| 黄铁矿          | ——    | ——   | ——    | ——   | ——    |           |
| 黄铜矿          | ——    | ——   | ——    | ——   | ——    |           |
| 方铅矿          |       |      | ——    | ——   |       |           |
| 闪锌矿          |       |      | ——    | ——   |       |           |
| 白铁矿          | ——    | ——   | ——    |      |       |           |
| 磁黄铁矿         |       | ——   |       |      |       |           |
| 褐铁矿          |       |      |       |      |       |           |
| 孔雀石          |       |      |       |      |       | ——        |
| 兰铜矿          |       |      |       |      |       | ——        |
| 铅矾           |       |      |       |      |       | ——        |

淀的多期性。构造断裂的几何形态及空间排列,控制着含金石英脉的形状、产状及分布。

2.矿床的形成与燕山期岩浆活动有成因上的联系,而中酸性脉岩群与含金石英脉在时间上、空间上有密切关系,故燕山期岩浆活动及其派生的脉岩类可作为寻找含金石英脉的重要标志。

3.在同一构造条件下,成矿作用对围岩有一定的选择性。以角闪斜长片麻岩对成矿较为有利,是矿床之主要近矿围岩。

4.含金石英脉均成群出现,沿构造断裂带呈侧幕状疏密相间分布。

5.成矿作用的间歇性,不仅促成有用矿物的再次富集,并使矿物组合具有垂直逆向分带的特点。

6.不同成矿阶段含矿溶液的沉淀对金的富集有明显的差异。中温热液含金石英脉中金的富集程度高,工业意义最大。高温热液含金石英脉中金只在局部富集,工业意义较差。低温热液石英脉无工业价值。

7.不同特征的脉石英矿化强度有明显差异。一般呈暗灰或灰白色、油脂光泽的脉石英矿化好,构成工业矿床,而乳白或洁白色粗晶脉石英矿化较弱。