

河南小秦岭石英脉型金矿床 工业矿体构造定位规律及其机制^①

王可勇 卢作祥 范永香^②

(中国地质大学黄金研究所, 武汉, 430074)

摘 要 河南小秦岭地区广泛发育含金石英脉型金矿床, 主要工业矿脉依产状分为近东西向南倾及近南北向东倾两组, 脉内工业矿体构造定位规律明显。研究表明, 近东西向矿脉内工业矿体平面上主要产于控矿断裂走向东西方向段, 剖面上产于断裂倾角较缓部位, 在三维空间范围内工业矿体总体具向东侧伏展布规律; 而近南北向矿脉内工业矿体主要受断裂走向变化影响, 平面上多产于断裂带南北走向段, 且在三维空间范围无明显侧伏现象。文章最后结合控矿断裂产状、空间形态变化及成矿期断裂运动方式特征等对矿脉内工业矿体规律性构造就位机制进行了分析。

关键词 石英脉型金矿床, 工业矿体, 构造定位规律, 小秦岭金矿带, 河南

豫、陕两省交界处的小秦岭地区是我国重要的内生金矿化集中区, 以广泛发育石英脉型金矿床为主要特色。位于其东段的河南小秦岭金矿带内, 目前已发现大小含金石英脉 500 余条, 其空间展布及产出严格受断裂构造控制。对区内文峪、杨砦峪、枪马、东闯及秦山等重要金矿床研究结果表明, 矿脉内主要工业矿体均产于控矿断裂带内特定构造部位, 断面的形态、产状变化及成矿期断裂运动方式等是决定工业矿体空间规律性就位的主要因素。

1 区域地质概况

小秦岭金成矿带地处华北地台之南缘, 南邻秦岭褶皱带, 东西长约 40 km, 南北宽 10 ~ 15 km, 分布面积 500 余平方千米。区内变质地层广布, 断裂构造发育, 岩浆活动强烈, 为区域大规模金成矿作用提供了有利条件。

1.1 地层

区内广泛出露太古界太华群变质地层, 这是一套以地台型大陆溢流拉斑玄武岩、正常碎屑沉积岩、碳酸盐类及基性火山凝灰岩等为原岩, 经角闪岩相—麻粒岩相区域变质及局部混合岩化作用而形成的复杂中—深变质岩系^③, 主要岩石类型有: 斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩、斜长

① 收稿日期 1998-10-22 改回日期 1999-01-06

② 第一作者简介: 王可勇, 男, 1965 生。硕士, 讲师, 金矿床地质成矿规律及成矿预测。

③ 河南地矿局、成都地院. 小秦岭金矿成矿地质条件与富集规律研究报告. 1984

片麻岩、混合岩、变粒岩、石英岩及大理岩等。自上而下太华群变质地层划分为蒲峪、焕池峪、闫家峪、观音堂及枪马峪等五个岩性地层组,总厚度逾4 000 m。其中闫家峪组地层是全区最主要的赋矿层位,而斜长角闪岩、斜长片麻岩及混合岩则构成区内金矿化的主要容矿围岩。

1.2 构造

全区范围内断裂及褶皱构造均较发育,位于其南北两侧边界处的小河、太要区域性大断裂,全长均在75 km以上,延深亦大于10 km,均长期活动,对本区的地质构造演化起了重要控制作用。区内太华群变质地层,在NNE—SSW向挤压应力场的长期作用下,不仅强烈褶皱变形,形成以老鸦岔背斜、金罗斑向斜为主体的近东西向复式背斜构造,而且在各级别褶皱构造轴部附近亦形成大量不同规模及产状的次级断裂构造。按走向差异,区内发育的次级断裂构造可分为近东西向($290^{\circ}\pm$)、近南北向($345^{\circ}\sim 360^{\circ}$)、北东向($45^{\circ}\pm$)及北西向($310^{\circ}\pm$)等四组。其中近东西向、近南北向断裂为区内主要控矿构造,沿其叠加发育糜棱岩、初糜棱岩及碎裂岩类等不同性质的构造岩,以及含金石英脉穿切糜棱岩—初糜棱岩带的事实表明,本区控矿断裂构造经历了早期韧性、晚期脆性等不同变形机制的多次活动,成矿作用主要发生于晚期脆性变形阶段^{①②③}

1.3 岩浆岩及脉岩

本区自太古代至燕山期各时代均有岩浆活动,其中以燕山期最为强烈。沿北界太要断裂自西而东依次展布的华山、文峪、娘娘山三大花岗岩基,其K—Ar同位素年龄为 $100\sim 130\text{ Ma}^{①}$,是晚燕山期区域大规模重熔岩浆活动的产物。此外,沿北东、北西向次级断裂构造亦有以辉绿岩为主的脉岩产出,其K—Ar年龄为 $182\sim 148\text{ Ma}^{①}$,明显早于含金石英脉(其内长石K—Ar年龄 $66.53\sim 67.7\text{ Ma}^{①}$)的形成。

区内广泛发育的含金石英脉型金矿化,是该区长期、复杂地质演化作用过程的产物,它们具有相似的成因和统一的成矿作用过程。大量研究结果表明^{①②③},区内广泛分布的太华群地层为金成矿作用提供了主要物质来源,成矿流体以岩浆热液及大气降水混合流体为主,成矿时代为燕山晚期,矿床成因属与岩浆活动有关的中温混合热液金矿床。

2 金矿化特征

区内金矿化以含金石英脉类型为主,蚀变构造岩型较少且一般不具工业意义。含金石英脉体规模大小不一,长度为几十米到几千米,宽几十厘米到几米,受叠加于早期韧性剪带基础上的晚期脆性断裂控制。全区最具工业价值的矿脉依产状分为两组,即近东西向南倾组及近南北向东倾组,以前者为主。

石英脉是工业矿体的主体,一般呈透镜体状沿断裂带断续分布,常见分枝复合及尖灭再现

① 中国地质大学黄金所。河南灵宝小秦岭金矿成矿规律及预测找矿方向(研究报告)。1993

② 同30页③

③ 同31页①

等现象。按矿物共生组合、矿石结构构造及不同类型矿脉穿切关系, 本区热液金成矿作用可划分为四个成矿阶段(表 1), 其中 阶段构成含金石英脉的主体, 、 阶段为金的主要淀积成矿阶段, 工业矿化主要产于有 、 阶段矿化叠加发育的 阶段石英脉透镜体产出部位。

表 1 矿化阶段及其主要特征

Table 1 The mineralization stages and their main features

成矿阶段 特 征	黄铁矿-石英阶段	石英-黄铁矿阶段	石英-多金属硫化物阶段	石英-碳酸盐阶段
矿物共生组合	乳白色石英、自形粗粒黄铁矿	灰白色石英、细粒半自形—它形黄铁矿	灰白色石英、方铅矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿	石英、方解石、少量黄铁矿
石英脉形态	透镜体状-脉状	条带状、细脉状	脉状	细脉状
充填裂隙性质	张(扭)性	剪(张)性	张性	张性
发育程度	主要	较发育	较发育	少量
* 形成温度(℃)	250 ~ 300	200 ~ 300	150 ~ 180	< 160
w Au/10 ⁻⁶	< 2	15 ±	10 ±	微量

* 石英包体均一温度, 据栾世伟(1985)、徐光荣(1992)及本文综合

3 矿脉内工业矿体产出及展布规律

对区内近东西向南倾及近南北向东倾两组主要工业矿脉的研究结果表明, 产状相同或相近的矿脉, 其内工业矿体产出及展布规律相似; 而不同产状矿脉之间, 其内工业矿体赋存规律明显有别。现结合具体实例加以说明。

3.1 近东西向矿脉

近东西向矿脉是全区最为发育的一组主要工业矿脉, 其走向一般为 260°~ 310°; 总体平均 290°, 南倾, 倾角一般 40°~ 60°; 该组矿脉内工业矿体平面上主要分布于控矿断裂东西走向段(80°~ 90°), 剖面上多产于控矿断裂倾角由陡变缓部位(40°~ 50°), (图 1, 2), 控矿断裂带内其它产状部位一般多为构造发育地段。断裂面趋势分析结果表明, 在三维空间范围, 工业矿体主要产于断面

形态凹凸过渡转换部位, 即相当于走向东西方向段及倾角由陡变缓构造部位, 且其总体分布呈

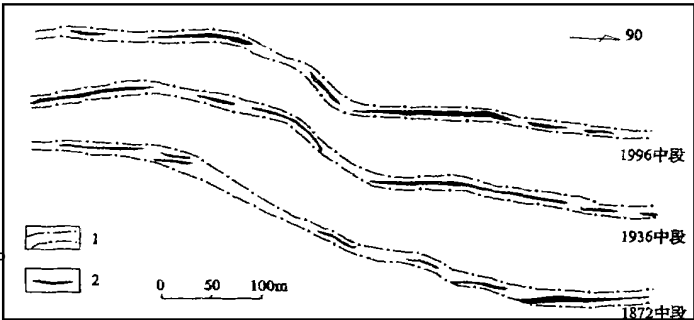


图 1 杨砦峪金矿某近东西向矿脉联合中段图

Fig. 1 The composite interrupted plane of a nearly E- W ore vein in Yang Zhaiyu gold deposit
1. 构造(岩)带 2. 工业矿体

现出中等角度的向东侧伏规律(图 3)。

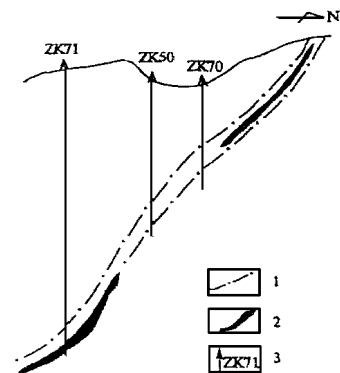


图 2 杨砦峪金矿某近东西向矿脉 7 线剖面示意图

Fig. 2 The sketch of line 7 exploratory profile of a nearly E-W ore vein in Yang Zhairyu gold deposit

图例 1. 2 同图 1 3. 钻孔及编号

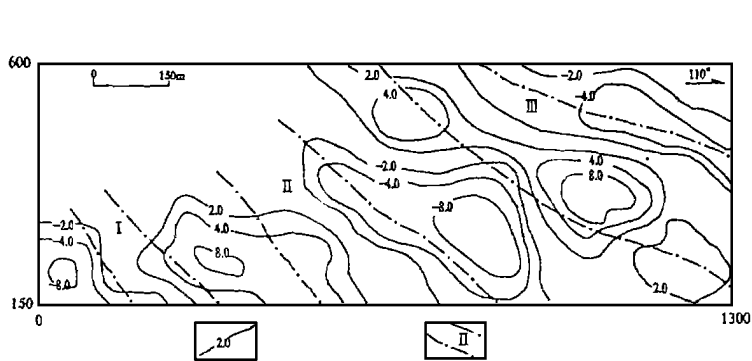


图 3 文峪金矿某近东西向矿脉控矿断裂面二次趋势分析剩余等值线与工业矿体关系

Fig. 3 The relationship between the residual contours of the second trend analysis of a nearly E-N ore-controlling fault plane and ore bodies in Wen Yu gold deposit

1. 断面二次趋势分析剩余等值线 2. 工业矿体及编号

3.2 近南北向矿脉

近南北向矿脉走向一般为 $345^{\circ} \sim 360^{\circ}$; 平均 $350^{\circ} \pm$, 倾向东, 倾角较陡, 一般 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。其内工业矿体平面上主要分布于控矿断裂南北走向段 ($> 350^{\circ}$), 其它走向段多发育构造岩类(图 4); 剖面上断裂倾角起伏变化较小, 矿体连续性相对较好(图 5);

控矿断裂面形态趋势分析表明, 在三维空间范围内, 工业矿体主要产于断面形态走向上凹、凸过渡转换部位(图 6), 即相当于断裂走向南北方向段部位; 各工业矿体有沿断面倾向延深趋势, 不具明显的侧伏现象。

4 矿脉内工业矿体构造定位机制分析

本区石英脉型金矿化的热液充填成矿作用方式及各阶段矿化特征(表 1) 综合分析表明, 矿脉内工业矿体的形成主要取决于两方面因素: ①控矿断裂带内作为有利赋矿场所的局部扩容空间的形成; ②多阶段矿化的叠加发育, 特别是 或(和) 阶段的叠加发育程度。两者均与控矿断裂面形态、产状的空间变化及成矿期断裂活动方式密切相关。

4.1 控矿断裂带内有利赋矿空间的形成发育机制

研究表明^①, 本区长期处于 NNE—SSW 向区域挤压应力场作用之下, 成矿期近东西向控

① 王可勇. 河南灵宝枪马金矿床地质—成因特征、成矿规律及成矿远景评价(学位论文). 1991

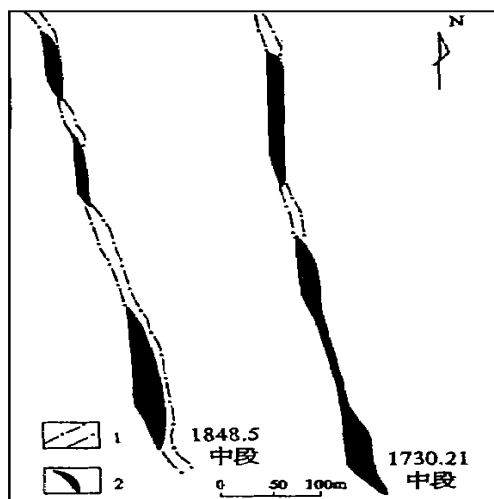


图4 枪马金矿某近南北向矿脉 1848.5m 及 1730.21m 中段平面示意图

Fig. 4 The sketch of interrupted planes of 1848.5 m and 1730.21 m levels of a nearly S-N ore vein in Qiangma gold deposit

图例 1. 2 同图 1

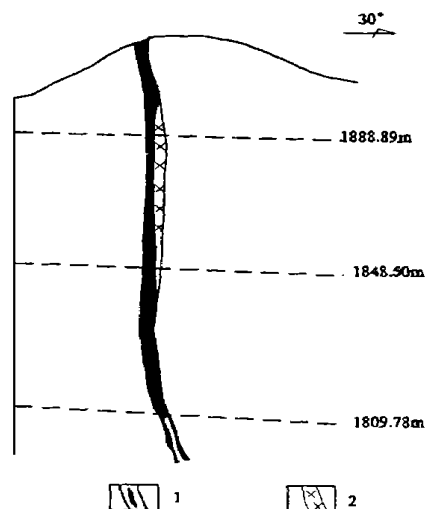


图5 枪马金矿某近南北矿脉 7 线剖面示意图

Fig. 5 The sketch section of a S-N ore vein in line 7 of Qiangma gold deposit

1. 工业矿体 2. 辉绿岩脉

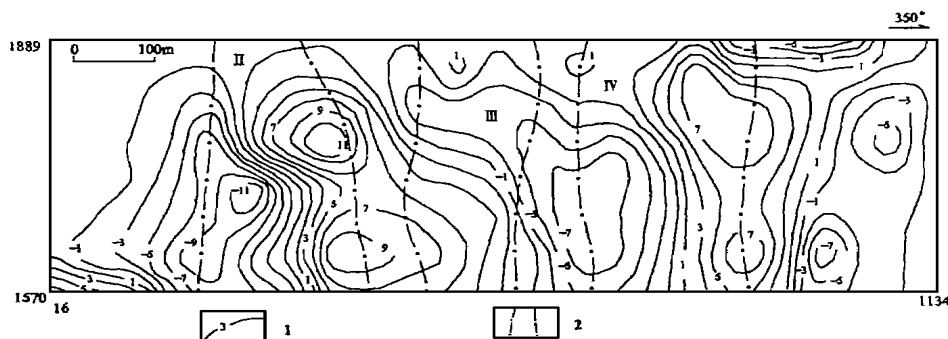


图6 枪马金矿某近南北向矿脉控矿断裂面一次趋势分析剩余等值线图与工业矿体关系

Fig. 6 The relationship between the residual contours of the first trend analysis of a nearly

S-N ore-controlling fault plane and ore bodies in Qiangma gold deposit

1. 断面一次趋势分析剩余等值线 2. 工业矿体及编号

矿断裂以左行逆冲活动方式为主, 断面产状平、剖面上的波状起伏变化, 决定了其内平面上东西走向段及剖面上倾角较缓部位(即断面形态, 凹凸过渡地段)均处于局部张(剪)应力作用之下, 易于形成张(扭)性较大扩容空间(图 7—(a), (b)), 而平、剖面上其它产状部位则处于局部挤压应力作用之下, 多发育挤压性质的构造岩类; 而近南北向控矿断裂成矿期以右行平行活动方式为主, 其走向方向的波状起伏变化决定了平面上南北走向段(即断面走向凹凸过渡部位)处于局部张(剪)应力作用之下, 易于形成张(扭)性较大扩容空间, 其它方向段受挤压应力作用

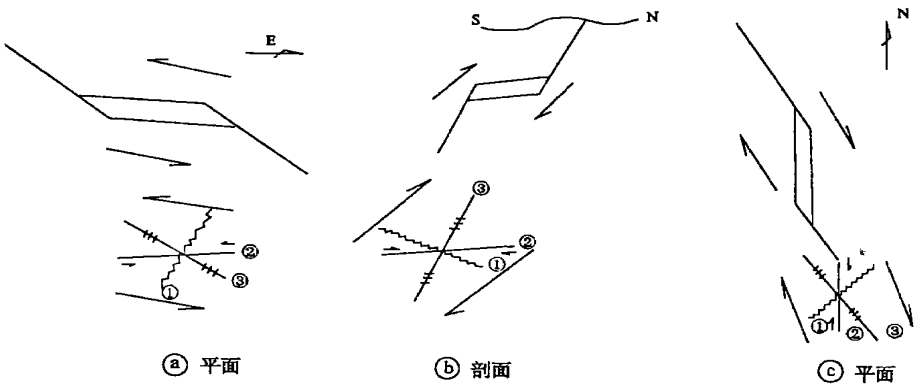


图 7 控矿断裂产状变化与赋矿空间形成机制关系示意图

Fig. 7 The sketch of the relationship between occurrence changes of ore- controlling fault and mechanism of ore body space

①张性结构面 ②张(剪)性结构面 ③压性结构面

较强, 易于形成挤压性质的构造岩类(图 7—C); 同时, 由于该方向控矿断裂面陡直, 倾角变化不大, 因此, 其内赋矿空间的形成发育将主要受断裂走向变化的控制。

4. 2 构造脉动与多阶段矿化叠加发育方式与机制

前已述及, 本区热液金矿化作用共划分为四个成矿阶段(表 1), 各矿化阶段不仅具有不同的矿物共生组合, 而且彼此之间相互穿切关系明显, 并分别充填不同性质及产状的构造裂隙, 其中 阶段矿化主要沿 阶段石英脉体内剪(张)性裂隙发育, 并与脉壁小角度相交; 而 阶段矿化则沿 阶段石英脉体内张性裂隙发育, 并与脉壁呈较大交角(图 8, 9); 阶段矿化主要分布于石英脉两侧, 呈张性羽列脉分布。上述事实表明, 本区成矿期控矿断裂具多次活动特点。每次构造脉动形成不同性质及产状的构造裂隙, 对应不同演化阶段的热液活动, 形成不同阶段的矿化作用。因此, 依据不同矿化阶段充填的构造裂隙性质、产状、空间展布特点及其与主断面的关系, 可以推断不同阶段构造脉动活动的方式; 而不同矿化阶段发育程度, 则从一侧面反映了不同阶段构造活动的相对强弱。研究表明, 本区成矿期各组控矿断裂均表现出四次明显的构造脉动活动特点, 其强度具有 (强) (较弱) (较强) (微弱) 的交替变化规律。其中近东西控矿断裂四次脉动均以左行逆冲方式为主, 这就决定了各次脉动活动产生的构造裂隙空间上具有同位叠加特点, 具体表现为: 第 次强烈构造活动, 将导致该方向控矿断裂带东西走向段及倾角较缓部位产生张(扭)性空间, 并充填发育 阶段较大石英脉体; 第 次构造脉动, 强度有所减弱,

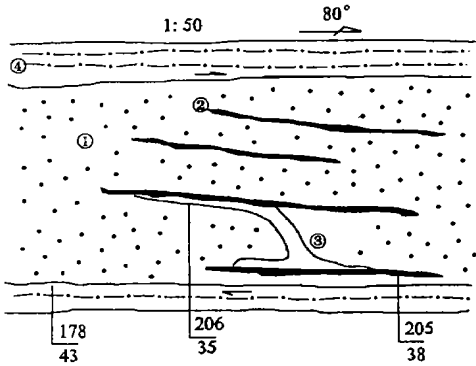


图 8 文峪金矿某近东西向矿脉各矿化阶段产状素描

Fig. 8 The occurrence outline of different mineralization stages in a nearly E- W ore vein in Wen Yu gold deposit

① 黄铁矿- 石英脉 ② 石英- 黄铁矿脉 ③ 石英- 多金属硫化物脉 ④ 糜棱- 初糜棱岩带

在 阶段石英脉体内产生次级共轭剪(张)性裂隙, 一般情况下其中一组较发育, 控制 阶段矿化的产出与分布; 第 次构造脉动, 强度再次增强, 导致追踪张裂隙形成, 控制了 矿化阶段的发育; 第 次构造脉动微弱, 对矿化总体影响不大(图 10)。因此, 近东西向矿脉多次左行逆冲脉动活动, 导致其内东西走向段及倾角较缓部位多阶段矿化叠加发育, 决定了上述地段是工业矿体产出的有利构造部位。同理, 对近南北向矿脉而言, 其成矿期控矿断裂多次右行平移脉动活动, 将导致其内南北走向段为多阶段矿化叠加发育部位, 而倾向方向由于倾角变化不大, 对各矿化阶段发育将无大的影响。因此, 该方向矿脉内南北走向段将是工业矿体赋存的有利构造部位。

4.3 控矿断裂产状变化及活动方式与工业矿体空间展布规律

断裂产状变化与活动方式对其内容矿空间形成、各矿化阶段空间分布与产出均有明显控制作用的事实表明, 它们也是制约工业矿体空间展布特征的主要因素。对近东西向矿脉而言, 不仅控矿断裂产状在平、剖面起伏变化较大, 而且成矿期又以左行逆冲方式运动为主。因此, 其内容矿空间的形成、发展及各矿化阶段空间发育特征受平面左行, 剖面逆冲两个方向运动分量的联合制约, 在既是走向上的东西方向段, 又是剖面上倾角较缓区段的联合部位即是容矿空间发育及多阶段矿化叠加的有利构造部位, 它们在三维空间内将表现为具中等角度的向东侧伏展布趋势(图 11), 故其内工业矿体也具向东侧伏的展布规律。而近南北向矿脉, 其产状变化以走向方向的波状起伏为主, 成矿期运动方式又以右行平移为特点。因此, 其内容矿空间形成及各矿化阶段空间发育情况主要受平面右行运动与走向变化的联合制约, 即走向近南北方向段既是容矿空间发育又是多阶段矿化叠加的有利构造部位, 它们在三维空间表现为沿倾向延展趋势, 故而该方向矿脉内工业矿体多表现为沿倾向稳定延深特点, 而不出现明显的侧伏现象。

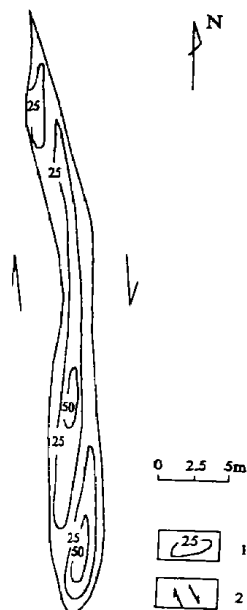


图 9 枪马金矿某近南北向矿脉石英脉透镜体金品位等值线(示 阶段矿化分布特点)

Fig. 9 The gold grade contours in a quartz lense of a nearly E-N ore vein in Qiang Ma god deposit (showing the distribution of mineralization stage)

1. 金品位等值线 2. 断裂运动方式

5 结论

成矿期控矿断裂运动方式及其形态、产状的空间变化, 对其内容矿空间的形成发育及空间展布具重要控制作用, 并影响着各矿化阶段的空间分布及叠加方式, 因此, 是工业矿体空间定位的重要控制因素。河南小秦岭地区两组主要含金石英脉, 正是由于其控矿断裂上述特征存在差异, 从而导致两组脉的成矿各具规律性及脉内工业矿体构造定位存在明显差别的现象。掌握这一规律, 无疑对该区进一步找矿探矿工作均有重要的实际指导意义。

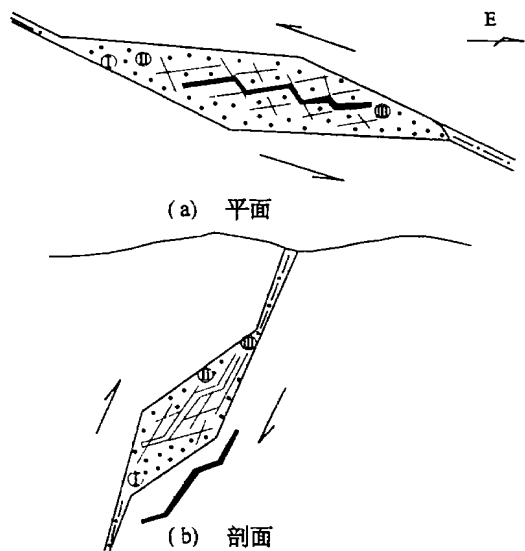


图 10 近东西向矿脉内各矿化阶段叠加发育机制示意图

Fig. 10 The superimposing mechanism sketch of different mineralization stages in nearly E- W ore veins

黄铁矿-石英阶段 石英-黄铁矿阶段 石英-多金属硫化物阶段

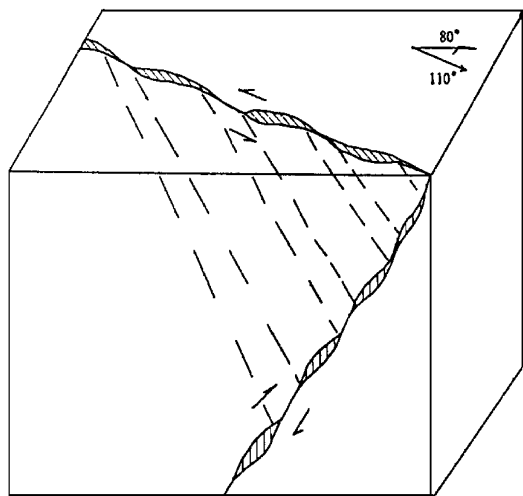


图 11 近东西向矿脉内工业矿体空间展布规律及其机制示意图(阴影部分示矿体)

Fig. 11 The sketch of spatial distributing regularity and its mechanism of ore bodies in nearly E- W ore veins (the shadowed parts are ore bodies)

参考文献

1. 栾世伟, 等. 小秦岭金矿床地球化学. 矿物岩石, 1985, (2): 96 ~ 107
2. 邵世才, 等. 试论小秦岭金矿带成矿的物质条件. 地质与勘探, 1993, (4): 1 ~ 6

THE STRUCTURAL LOCATING REGULARITIES AND MECHANISM OF ORE BODIES IN QUARTZ VEIN TYPE GOLD DEPOSITS IN XIAO QINLING DISTRICT, HENAN PROVINCE

Wang Keyong Lu Zuoxiang Fan Yongxiang

(China University of Geosciences, Wuhan)

Abstract

Quartz vein type Au deposits are widespread in Xiao Qinling district, Henan Province.

The ore veins are classified by their attitudes into two groups. one strike nearly E- W and dip to south; the other, nearly S- N and to east. Structural location of all the ore bodies is very clear. In the nearly E- W ore veins ore bodies occur where the ore- controlling fault strikes E- W straightly on plane and dips gently in profile and they pitch generally to east. In the nearly S- N veins they occur where the ore- contrlring foulst strikes S- N straightly on plane without pitching. Location mechanism of ore bodies is analysed on basis of occurrence, spatial variation and synmineralization movtment of the ore- controlling fault.

Key words Quartz vein type Au deposit, economic ore body, ore location regularity, Xiao Qinling Au ore belt, Henan Province.

(上接第 12 页)

BISMUTH SULFOSALT MINERALS IN METAL DEPOSITS OF CHINA AND CHARACTERISTICS OF THEIR GEOLOGICAL OCCURRENCES

Ren Yingchen

(*Tianjin Geological Academy*)

Abstrace

46 species of bismuth sulfosalt minerals are identified in metallic ore deposits in china with 10 species unnamed. 10 species of synthetic $PbS-Bi_2S_3$ system minerals, ie. Heyrouskite, Lillianite, Giessenite, Bursaitite, cosalite, cannizzarite, galenobismutite, chiviatite, bonchevite, ustaracite(L. L chang) are all discovered in china. In addition, other 4 species are found unnaned.

Key words bismuth sulfosalt minerals in china bismuth-bearing ore deposit occurrence of bismuth sulfosalt minerals identification of micro-fine minerals