

# 从胶东东部金青顶矿床 论金的叠加成矿作用<sup>①</sup>

胡剑华

(冶金工业部山东地质勘查局三队)

**提要** 金青顶矿床地处牟(平)—乳(山)金成矿带内,将军石—曲河庄断裂为区内一级控矿构造,其成生经历了多期次的构造演化,由于构造—成矿期次的不同,产生了金的异型叠加成矿作用。

金青顶矿床是全国最大的石英脉型金矿床。它位于牟(平)—乳(山)金成矿带中段,属胶东隆起的次级构造单元—文登隆起西部,出露地层为胶东群变质岩系和印支—燕山期混合花岗岩,伴有大量中基性—超基性脉岩(体)的侵入,区内断裂构造发育,控制了主要金矿床的形成和分布。

以控矿断裂地质特征及应力分析研究为基础,结合近年来金青顶矿床地质详查资料,本文就金的叠加成矿作用做一初步探讨,以期有助于该区的地质找矿工作,文中若有不妥,敬请指正。

## 区域地质构造发展史简述

前震旦纪变质岩系组成的古褶皱构造为本区基本构造格局,长期活动的 NE、NNE 向构造异常发育,以将军石—曲河庄断裂为中心,东西二侧依次分布了冯家庄断裂;葛口断裂;石沟—巫山断裂及青虎山—唐家沟断裂,构成了一个若大的 NNE 向断裂(群)带(图 1),具活动期长,构造期次多及成因相似的特点,主要地质作用有三期:

**前寒武纪:**火山—沉积作用形成的基性—酸性火山堆积和泥、砂质沉积建造、碳酸盐及钙泥质沉积的岩层,经区域变质作用和超变质改造形成了以斜长角闪岩、变粒岩、大理岩、片麻岩及透闪透辉岩等岩石类型为代表的胶东群变质岩系。

地壳运动发展的不均一性,受 SN 向应力作用产生了近 EW 向基底褶皱构造—昆崮山复背斜。

进入中生代,地壳热流值升高,地壳深部岩汁上升,促成本区发生强烈的混合岩化—花岗岩化作用,太平洋库拉板块对欧亚板块的俯冲和侧向挤压,使华夏—新华夏系构造造成

<sup>①</sup> 本文 1990 年 8 月收到



## 二、断裂构造地质特征及构造—成矿期次划分

将军石—曲河庄断裂是区内一级控矿构造,地表形迹北起将军石,南至三甲,呈 NNE 向展布。控制了金青顶、福禄地,三甲金矿床及矿化点的空间分布(图 1、2)。

### (一)断裂地质特征

将军石—曲河庄断裂总体呈 NNE 向展布,主要发育在昆崙山混合花岗岩岩体中,断裂长达几十公里,断裂不同地段构造岩有明显的差异,反映了构造应力场的复杂演化过程,依据沿断裂各地段共轭节理(或节理)统计的产状要素取其最佳优选方位进行赤平极射投影编绘出将军石—曲河庄断裂点应力分析及构造岩分布图(图 2),对断裂地质构造特征概述如下:

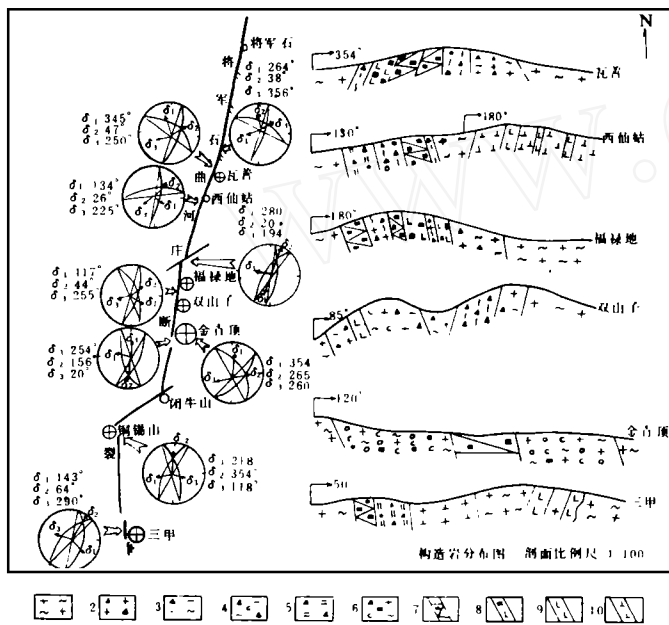


图 2 将军石—曲河庄断裂点应力分析及构造岩分布图

- 1. 混合花岗岩; 2. 碎裂状花岗岩; 3. 碎裂糜棱岩; 4. 硅化碎裂糜棱岩;
- 5. 构造挤压片理带; 6. 硅化褐铁矿化绢英岩; 7. 褐铁矿化石英脉; 8. 褐铁矿化煌斑岩; 9. 煌斑岩脉; 10. 闪长玢岩脉

致。

3. 断裂所控的金青顶、福禄地、三甲等矿床的矿物共生组合和矿物分带均属逆向分带模式,即成矿晚期形成的多金属硫化物叠加于成矿早期所形成的较单一的金银黄铁矿中,如金青顶矿床规模最大的Ⅰ号矿体矿石类型及矿物共生组合垂直分带现象(表 2)。这种矿物集合体空间上的分布特征成为断裂(压扭性)局部引张的佐证之一。

1. 断裂总体属压扭性(局部张扭性)断层,呈 NNE 向展布,倾向 SE(或 NW),陡倾斜,倾角 60°—80°,变化范围大,福禄地北山、闭牛山—铜锡山间二地处被 NE 向断裂顺扭错开,错距不等(图 2),依断裂走向变化分为四段,各地段主要地质特征详见表 1。

2. 由图 2 可知,主压应力变化范围为 NE—SW 与断裂走向所夹锐角指向为左行平移,最大主应力( $\delta_1$ )多在投影弧的凸侧,即  $\delta_1$  所在盘总是向着  $\delta_2$  所在盘的方向滑动,断裂上、下盘分别向 NW、SE 方向逆冲和斜落,表明断裂活动方式是以左行平移逆冲为主。与不同地段观察的断裂擦痕钉子形大头所指方向、阶步斜落方式等构造形迹判断结果相一致。

表1 将军石—曲河庄断裂各段主要地质特征

断裂特征 地段	地质产状			产出规模(m)		力学性质	所控矿床/矿化点
	走向	倾向	倾角	长度	宽度		
瓦善以北	5—10°	SE	75—80°	3000	1—5	压扭性为主,局部显张扭,充填黄铁矿化石英脉。	瓦善
瓦善~福祿地北山	15—20°	SE	70—80°	5500	2—5	张扭性为主,充填含金黄铁矿石英脉	福祿地 西仙姑
福祿地北山 ~闭牛山	5—10°	SE	75—85°	7500	2—7	张扭、剪性为主、局部充填宽大含金石英脉。	福祿地、双山子、金青顶、闭牛山
铜锡山~三甲	350—0°	SE	80—85°	9000	0.5—4	压扭性、张性、北部以蚀变岩为主,南部充填含金石英脉	铜锡山、三甲

表2 金青顶Ⅰ号矿体的矿石类型及矿物组合垂直分带

矿石类型	矿物共生组合体系	分布标高
金银—黄铜矿黄铁矿石	1. 黄铁矿、黄铜矿—自然金、银金矿、碲金银矿—石英 2. 黄铜矿(方铅矿、闪锌矿、菱铁矿)—自然金、碲金银矿—石英	-250m 以上
金银—黄铁矿矿石	3. 黄铁矿—自然金、银金矿、碲金银矿、碲银矿—石英	-250m 以下

4. 构造岩分布反映了金青顶地段为一构造应变中心,构造岩宽度较大,含金石英脉延深较大(-700m 标高尚未尖灭),是在多期次构造活动及较深区域地质背景下形成的。向二侧过渡,是以脆性变形为主,构造岩宽度相对较小(3~5m)伴有大量脉岩侵入,断裂北段主断面上断层泥呈灰白色,实为脆性变形叠加于早期塑性变形薄弱地段的产物。

### (二)构造—成矿期次划分

地表及坑道地质资料说明:将军石—曲河庄断裂的成生发展是经历了多期次的构造演化,就构造与矿化的时空关系,将其分为三个构造—成矿期,其控矿意义各有不同。

构造—成矿期Ⅰ:是指矿化作用前已存在的构造要素,它控制了矿带的总体展布。由于近SN向挤压应力作用,在东西向基底构造形成的同时,伴有NE、NW向二组扭裂的成生,其应力作用方式是以近SN向挤压为主,随着构造应力的不均衡作用和转化,使NE向这组扭裂得以发展成为主要的构造。

构造—成矿期Ⅱ:包括矿化作用开始至矿化作用基本结束期间所发生的构造活动,本区是以华夏—新华夏系构造成生发展为主导,其构造应力是近SN向力偶作逆时针旋转及近EW向挤压,形成NNE向压扭性断裂、NNW向张扭性断裂、构造应力场的持续作用,形成NNE向压扭性(局部张扭性或压剪性)断裂,近SN向张扭性断裂伴有石英脉的充填,具体反映为瓦善以北地段(NNE—近SN),铜锡山—三甲地段(NNW),福祿地北山—金青顶南(NNE)及错动NNE向断裂的NE向(80°/NW<86°)石英脉,断裂错动南东盘向SW,北西盘向NE呈顺时针扭动。部分成矿前断裂受该期应力场作用再次活动,伴以

NE—NNE 向脉岩的侵入,如三甲矿床,长近千米的矿脉被数十条 NE 向脉岩穿切,福祿地矿床坑道中,NE 向脉岩(或 NNW 向)充填在矿化带中以矿体顶、底板及夹石部分出现(图 3)。

构造一成矿期Ⅲ:主要指矿化作用基本结束所产生的构造形迹。构造应力场转化为近 SN 向挤压和顺时针扭动,促使构造应力集中区段的早期构造进而叠加活化,如 NE 向叠加剪切断裂,增生 NNE、NW 向次级断裂,形成 NNW 向张扭性断裂,如金青顶矿床—35m 中段,NNW 向断裂错动矿体呈逆时针扭动(图 4),值得注意的是,这期构造具多次活动特点,对矿体的作用也是双重的,即一方面破坏矿体同时又促成矿液的进一步富集和沉淀(图 4、7)。

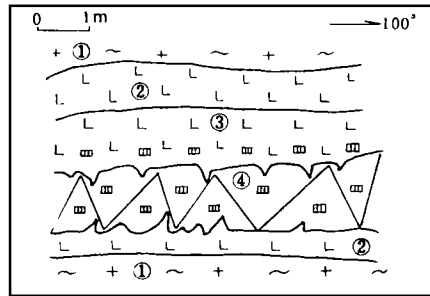


图 3 福祿地金矿—95 坑道素描图

1. 混合花岗岩;2. 煌斑岩脉;
3. 蚀变煌斑岩;4. 含金石英脉

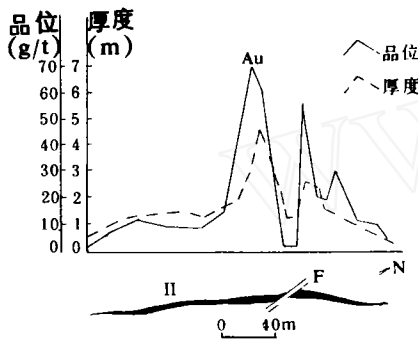


图 4

—35m 中段 I 号矿体厚度品位关系

随着断裂构造应力

作用方式的改变,在其所影响范围内,岩石受力发生剪切形成了包括主断裂及旁侧的派生容矿裂隙,组合方式平面上多为左行斜列式排列,剖面上斜列的矿脉则有不同的延深(如三甲金矿床)。据其组合方式及应力分析可知,构造一成矿期Ⅱ的主压应力方向( $\delta_1$ )以 NNE—SSW 为主,尽管局部地段有所差异,但仍居于连续统一的应力场,各构造一成矿期应力分析及矿化演变关系见表 3。

### 三、金的叠加成矿作用

各构造一成矿期应力演化和控矿作用(表 3)的不同,势必影响矿体产出形态、规模、矿物共生组合,矿石类型和围岩蚀变的多期叠加性。

#### (一) 矿石类型及矿物共生组合关系

依据矿床内金的载体矿物黄铁矿、多金属硫化物和石英的构造特征、矿石中主要金属矿物和非金属矿物共生组合特点,划分出二种矿石类型及三种矿物共生组合关系(表 2)。

构造一成矿期的多次叠加,体现在矿石类型的垂直分带及矿物组份的重新组合及复杂的共生关系,有着明显的后期含矿热液叠加于早期含矿热液上的特点。

#### (二) 成矿的多期多阶段性

构造一成矿期的多次叠加又表现在成矿作用的多期多阶段性上。按矿物集合体间的相互共生关系,金的成矿作用分为二期五个阶段,由早至晚分别为:

##### 1. 金—石英—黄铁矿成矿期

(1) 乳白色为石英—粗粒黄铁矿阶段:石英呈乳白色,自形—半自形,疏状晶洞构造发

表3 各构造—成矿期应力分析及矿化演变关系

构造—成矿期			成矿作用	应力分析
期	次	力学性质		
I	I <sub>1</sub>	东西向基底褶皱 成生	金及其它成矿组分原始沉积开始局部聚集和活化。 含金热液沿层间裂隙运移充填 造成局部金矿化。	下元古—古生代早中期 南北向挤压应力作用下 东西向褶皱构造生成, 伴有NE、NW向扭裂构造
	I <sub>2</sub>	压扭性,以移为主。		
II	II <sub>2</sub>	左行平移—逆冲 为主张扭性	主要成矿期 金—石英—黄铁矿成矿期 1. 乳白色石英—粗粒黄铁矿阶段 2. 灰白色石英—细粒黄铁矿阶段 3. 石英—菱铁矿阶段 金—石英—多金属硫化物期 4. 银金矿—烟灰色石英—多金属硫化物 阶段	古生代晚期—早白垩世 华夏系—新华夏系构造 成生,NNE—NE向构造 得以发展。  早白垩世,SN向构造成 生,叠加改造NNE向构 造。
	II <sub>2</sub>	压扭性为主		
III	III <sub>1</sub>	剪压性为主	5. 石英—方解石—黄铁矿阶段	晚白垩世华夏式构造 成生,NE向叠加剪切断裂 增生NNE向及NW向次 级断裂。
	III <sub>2</sub>	压性、压扭性	局部地段形成金矿化,未能构成金的工业矿体。	新生代以来,新构造活动 成生。

育,黄铁矿颗粒粗大(0.1~4.32mm),边部不规则,压碎、裂隙发育,黄铁矿中含有金的包体,金的成色较高,未能单独构成金工业矿体。反映了早期压扭、局部张扭性构造环境中含矿热液的初步富集和沉淀。

(2)灰白色石英—细粒黄铁矿阶段,由于构造—成矿期II的作用,出现第一次成矿作用的叠加,形成的石英为中细粒显灰白色,集合体中包含有前期黄铁矿角砾和碎屑,黄铁矿呈铜黄色细小的五角十二面体晶形,多沿早期黄铁矿裂隙产出。本阶段黄铁矿是矿床中金银主要载体矿物,其金银含量较高。

(3)石英—菱铁矿阶段、构造—成矿期次的减弱或间歇,成矿温度降低,形成了脉状或网脉状石英。金属矿物以黄铁矿、菱铁矿为主,方铅矿、闪锌矿为次,金矿化较弱。

#### 2. 金—石英—多金属硫化物期

(4)银金矿—烟灰色石英—多金属硫化物阶段:石英因含大量杂质,故呈烟黑灰色,以细脉状、分枝状穿插于早期矿脉中,胶结各种角砾和碎屑,形成角砾状构造矿石,部分银金矿在多金属硫化物中呈包体,多数与多金属硫化物共生呈裂隙金产出,成为主要成矿阶段,是又一次叠加成矿作用的结果。

(5)石英—方解石—黄铁矿阶段,矿化极不发育,是构造—成矿期III最后活动的产物。

#### (三)矿体厚度、品位变化趋势

金青顶矿床II号矿体厚度、品位变化趋势(图5),也反映了构造—成矿期的多次叠加成矿作用。

矿体含金品位、厚度变化是构造—成矿期多次活动,含金热液多次叠加的结果,在构

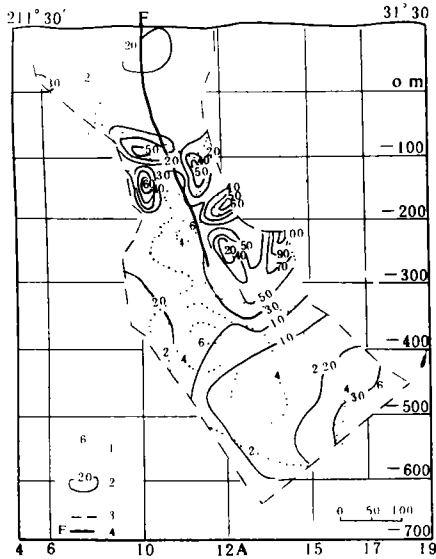


图5 金青顶矿床1号矿体厚度、金品位等值线图

1. 厚度; 2. 品位; 3. 矿体界线; 4. 断裂

各蚀变带间为渐变过渡关系,沿走、倾向都出现相互交替的现象。一般晚期蚀变作用叠加于早期蚀变带之上,表现了近矿围岩是在同一空间由构造一成矿期次的活动差异,致使含矿热液多次叠加、演化、交代的产物。体现了蚀变带由外向内蚀变逐渐增强,温度逐渐降低。形成了以钾质交代过渡到硅质交代,界线不清相互叠加为特点的蚀变类型。围岩蚀变带中矿物含量变化也体现了这一点。

#### (五)叠加成矿作用类型及机理初析

结合区域地质资料及对金的成矿作用的研究,金青顶矿床(体)形成经历了沉积—变质—热液叠加三个成矿演化过程,应属异型叠加类型(曾庆斗,1987)即:是普遍意义沉积成因的含矿层(胶东群),被后期构造岩浆热液成矿作用叠加而成,其演化机理分析为:

前寒武纪:由火山—沉积作用形成胶东群地层的时,金及其它成矿组分开始原始堆积,后期的区域变质—超变质作用、深熔作用使其得以初步富集和活化萃取,局部产生了散金矿化,胶东群地层含金丰度达2.063ppb(杨世望,1989)形成了广义上金的矿源层。

混合岩化作用是变质作用的继续和增强,岩石出现部分熔化,形成FeO、MgO、CaO、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O等活化组份,并与未熔岩石发生交代反应。区内大面积面型混合岩化花岗岩及钾质混合花岗岩就是此时期的产物。同时由于受SN向侧向挤压应力作用,华夏系—新华夏系构造成生发展并横跨于早期形成的东西向基底构造之上,使含矿热液活化过程中沿褶皱构造轴面、面理和层间裂隙向控矿断裂部位运移。

进入中生代,随着控矿断裂(NE或NNE向)成矿期应力作用方式的改变,各构造一成矿期不同的控矿作用,在相对开放的控矿断裂系统中,决定着地球化学环境改变及矿质集中沉淀产出部位,阶段性地沉淀叠加而出现多期次的矿化阶段,体现了金的叠加成矿作用特点。

造一成矿期叠加成矿作用下,处于构造应变中心这一应力集中作用区段,矿体含金品位与厚度呈强正相关,较为明显的是NW向断裂的多次活动产生的控矿作用是双方面即切割破坏矿体的同时,又促使含金热液的进一步富集和沉淀(图4、5)。

矿体厚度变化趋势显示了构造活动的多向性和构造一成矿期活动的多期性(图5)。是矿质运移,富集、沉淀场所及其物化环境变异的综合表现形式。从矿体厚度的最佳优选方位可知各向构造活动在成矿过程中所起的作用是不同的,主次关系推断为NNE(近SN)—NE(近EW)—NW(或NNW向)。

#### (四)围岩蚀变及其分带特征

矿区围岩蚀变呈有规律的组合分布,由黑云母混合花岗岩→钾化混合花岗岩(外带)→绢云母化钾化混合花岗岩→黄铁绢英岩(内带)→矿体,

## 四、结 语

1. 金青顶矿床属沉积—变质—热液叠加式矿床,明显受将军石—曲河庄断裂控制,不同的构造—成矿期是矿床多期多阶段性叠加成矿的主导因素,属异型叠加成矿类型。

2. 前寒武纪海底火山沉积和陆缘堆积是矿源(胶东群地层)的基础,区域变质作用和面型混合岩化作用,使岩石中金活化萃取迁移,华夏系—新华夏系构造活动是主要的成矿定位期,体现了成矿物质具有多源性。

3. 据野外观察和构造形迹分析,区内NW向构造是NE、NEE向构造相伴生的张性结构面基础上改造发展而成,其成生时间最初应为早白垩纪,在矿床形成过程中多次活动,具双重的控矿作用。

文稿承蒙我队地质高级工程师汪山同志审阅,在此鸣谢!

## 参 考 文 献

[1] 翟裕生,1984年,《矿田构造学概论》,冶金工业出版社出版。

[2] 汪 山,1989年,《山东省乳山县金青顶矿床含金黄铁矿标型特征及其与金矿化的关系》,山东省地质学会三十年学术会议论文。

## DISCUSSION ON SUPERPOSITION OF GOLD MINERALIZATIONS IN JINQINGDING DOLD DEPOSIT IN EASTERN—JIAODONG

Hu Jianhua

*(The third Brigade of Shandong Geoporation Bureau  
the Ministry of Metallurgical Industry)*

### Abstract

The Jinqingding deposit is in the Mouping—rushan gold metallogenic belt. The Jiangjunshi—quhezhang fault is the prime ore—controlling structure in the region which formed in a multi—stage structural elolution. Different types mineralization have been superimpased to one another due to the difference in the structural—ore forming periods.