

## 胶东唐家沟金矿床矿化富集规律探析

胡培强<sup>1</sup>,徐延峰<sup>1</sup>,王仁生<sup>2</sup>,钟方敬<sup>2</sup>,刘红<sup>2</sup>,张志军<sup>3</sup>

(1. 山东省第三地质矿产勘查院, 山东 烟台 264004; 2. 山东省乳山市金华矿业有限公司, 山东 乳山 264503; 3. 武警黄金第六支队, 河南 三门峡 472000)

**摘要:**唐家沟金矿为胶东牟平-乳山金矿带西南段的一个中型金矿床。矿区内出露地层主要为古元古代荆山群变质岩及新生代第四系,构造以古元古代褶皱构造和中生代断裂构造为主,其中含金矿化蚀变带受 NNE 向断裂控制。主要矿体呈 NNE 向展布,矿石类型主要为黄铁矿化石英脉和黄铁矿化碎裂岩,主要矿体厚度与品位呈正相关关系,矿化具多期活动特点。研究发现控矿构造与其他构造交会处以及控矿构造的拐弯处是储矿的有利部位,矿化蚀变叠加地段,预示着深部成矿可能性极大。找矿预测 NNE 向金矿化断裂构造与硫化物富集带及隐伏断层交会部位、残留荆山群地层与侵入岩接触部位为成矿的有利地带。

**关键词:**金矿;地质特征;富集规律;唐家沟金矿床;胶东乳山

**中图分类号:**P618.51

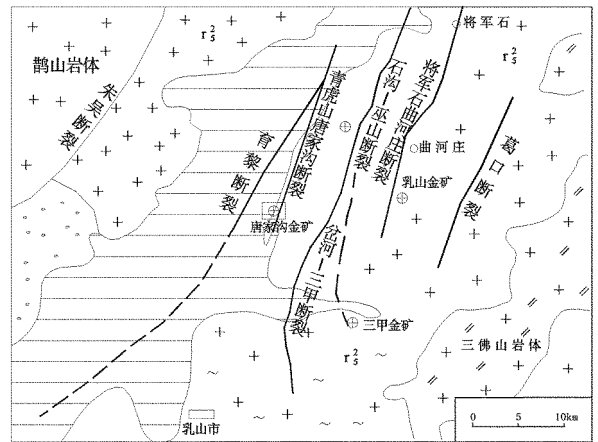
**文献标识码:**A

唐家沟金矿为胶东牟平-乳山金矿带西南段的一个中型金矿床。投入开采已有十几年的历史,目前北部金矿体-400 m 以上地段已基本采空,矿山资源紧缺,近年来在其外围开展的探矿工作,取得了找矿突破,通过对矿床地质特征、控矿因素、矿化富集规律的深入研究、总结,以其对今后的找矿和勘查工作起到指导作用。

## 1 成矿地质背景

唐家沟金矿床位于山东省东部的牟平-乳山金成矿带西南段(图1)。大地构造位置处于苏鲁造山带(I),胶南-威海隆起(II),威海隆起区(III),威海断隆(IV),昆嵛山-乳山凸起(V)<sup>[1]</sup>。

区域内构造以古元古代褶皱构造和中生代断裂构造为主,构成该区域构造格架,其中断裂构造尤为发育,以 NNE 向为主,大致呈等距、近平行展布,具压扭性,多期活动特点<sup>[2]</sup>。区内出露地层为古元古代荆山群,岩性主要以含石墨斜长片麻岩、变粒岩和大理岩为主,呈条带状分布。区内侵入岩主要为中生代玲珑超单元二长花岗岩,为侏罗纪晚期的产物,岩性主要为中细粒二长花岗岩,为近矿围岩;多期次



1—莱阳组;2—荆山群;3—中生代似斑状花岗闪长岩;4—中生代似斑二长花岗岩;5—中生代花岗岩;6—断裂;7—推断层;8—地质界线;9—大、中型金矿床

图1 牟平-乳山金矿带地质略图

岩浆活动为金元素运移提供了丰富的热动力源<sup>[3]</sup>,同时被认为是衍生矿源。

矿区断裂构造甚为发育,经历过多期次,不同方向的构造叠加,主要有 NNE, NE, NNW 及 NEE 向 4 组。NNE 向青青山-唐家沟断裂纵贯全区,为区内

收稿日期:2014-04-12;修订日期:2014-07-03;编辑:陶卫卫

作者简介:胡培强(1968—),男,山东蓬莱人,工程师,主要从事地质矿产勘查和研究工作;E-mail:13305356158@163.com。

主要控矿构造,构造面倾向SE,倾角 $68^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ,与NE向断裂之间成锐角斜交或斜切,断裂中常有矿化石英脉或煌斑岩贯入;控制部分主要矿体的产出,蚀变特征以黄铁矿化和绢英岩化为主。NE向断裂分布于矿区中部和西南部,规模较大,多具黄铁矿化、硅化,局部具金矿化,断面呈舒缓波状见擦痕及滑动镜面,为左行压扭性断裂,成矿期前后均有活动,并充填有闪长岩脉、闪长玢岩和煌斑岩脉。NEE向断裂规模相对较小,仅见于矿区西南部,亦为矿区控矿构造。NNW向断裂分布于矿区南部,为成矿期后构造,规模小,对矿体影响较小<sup>[4]</sup>。侵入岩主要为玲珑超单元中细粒二长花岗岩,为近矿围岩。地层为荆山群,岩性主要是含石墨斜长片麻岩、变粒岩和大理岩,呈包体状产出、条带状分布。

## 2 矿床地质特征

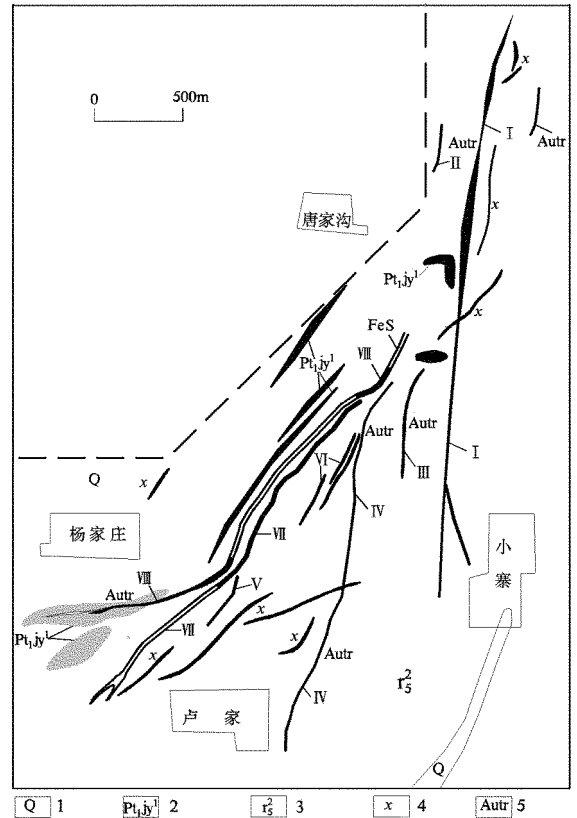
勘查中圈定与金矿化有关的构造蚀变带8条,编号为I~VIII(图2);其中I,II,III,IV,V号矿化蚀变带,均呈NNE向展布,倾向SE,与区域主控矿构造一致;VI号矿化带呈NNE向或NE向展布,倾向NW;VII号矿化带位于硫化铁主构造带上盘,呈NE向展布,倾向SE;与该区片麻理产状基本一致;VIII号矿化带位于硫化铁主构造带内或其下盘,呈NE向、NEE向展布,倾向SE。主要I,III,IV, VII, VIII号矿化蚀变带出露长度约400~3000m,出露较连续,宽1.00~35.00m,总体走向 $10^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ,倾角 $62^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ,带内岩性主要为绢英岩化碎裂状花岗岩、绢英岩化碎裂岩、黄铁矿化碎裂岩,黄铁矿化石英脉。

### 2.1 矿体特征

主要矿体3个,编号为DI-2<sup>a</sup>,DI-2<sup>b</sup>,IV-2矿体。

(1)DI-2<sup>a</sup>号矿体,位于I号矿化蚀变带北段,矿体长275m,控制最大斜深200m,赋存标高+90~-150m标高,以40(段高)×30(穿脉)进行控制,矿体呈透镜体状,走向 $8^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ,倾向SE,倾角 $68^{\circ}$ ,金品位 $(0.41 \sim 18.58) \times 10^{-6}$ ,平均品位 $5.35 \times 10^{-6}$ ,品位变化系数57%;一般厚度为3.0~4.0m,平均厚度3.50m,厚度变化系数63%,矿石类型主要为黄铁矿化石英脉、黄铁矿化碎裂岩。

(2)DI-2<sup>b</sup>号矿体,位于I号矿化蚀变带北段,矿体长550m控制最大斜深500m,赋存标高



1—第四系;2—野头组;3—玲珑花岗岩;4—煌斑岩;  
5—含金蚀变带

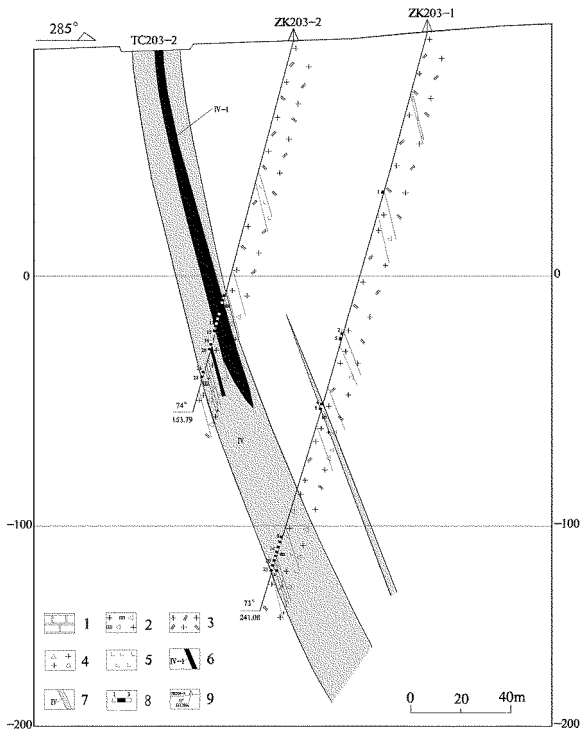
图2 唐家沟金矿地质简图

+110~-400m标高,以40(段高)×30(穿脉)进行控制,深部尚未封闭。矿体呈脉状,走向 $8^{\circ} \sim 13^{\circ}$ ,倾向SE,倾角 $70^{\circ}$ ,金品位 $(2.00 \sim 54.38) \times 10^{-6}$ ,平均品位 $3.18 \times 10^{-6}$ ,品位变化系数57%;一般厚度为0.50~2.50m,平均厚度1.04m,厚度变化系数56%,矿石类型主要为黄铁矿化石英脉、黄铁矿化碎裂岩。

(3)IV-2号矿体浅部由探槽及数处民采井揭露控制,位于IV号矿化蚀变带中部,矿体呈脉状,沿走向呈波状弯曲,沿倾向呈上陡下缓特点,局部地段呈上窄下厚特点(图3)。走向 $2^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ,倾向SE,倾角 $68^{\circ} \sim 76^{\circ}$ ,矿体长270m。控制最大斜深230m,赋存标高+92~-140m。金品位为 $(1.00 \sim 30.58) \times 10^{-6}$ ,平均品位 $5.60 \times 10^{-6}$ ,品位变化系数为139%,矿体品位变化较大;矿体厚度为0.49~5.12m,厚度变化系数为59%,平均厚度3.38m,矿体厚度较稳定;矿石类型主要为黄铁矿化碎裂岩和黄铁矿化碎裂状花岗岩。其他矿体特征见表1。

表1 唐家沟金矿其他矿体特征

矿体编号	分布位置	矿体产状			形态	长度/m	延深/m	金平均品位/ $10^{-6}$	平均厚度/m	矿体赋存标高/m
		走向	倾向	倾角						
D I -1	I号带北段	$8^{\circ} \sim 10^{\circ}$	SE	$70^{\circ}$	透镜体	100	60	10.22	1.50	+100 ~ +17
D I -3	I号带中北段	$8^{\circ} \sim 10^{\circ}$	SE	$70^{\circ}$	透镜体	170	150	3.09	1.01	-250 ~ -400
I -1	I号带中段	$8^{\circ} \sim 10^{\circ}$	SE	$70^{\circ}$	脉状	137	275	1.49	2.95	+90 ~ -172
D II -1	I号带中北段	$8^{\circ} \sim 10^{\circ}$	SE	$70^{\circ}$	脉状	500	100	7.19	1.00	+94 ~ 0
D III -1	I号带中北段	$8^{\circ} \sim 10^{\circ}$	SE	$70^{\circ}$	脉状	150	50	3.76	1.50	+58 ~ +5
III -1	III号带中北段	$5^{\circ} \sim 15^{\circ}$	SE	$68^{\circ} \sim 70^{\circ}$	透镜体	158	128	1.56	2.12	+48 ~ -47
III -2	III号带中北段	$17^{\circ}$	SE	$68^{\circ} \sim 70^{\circ}$	透镜体	60	60	4.08	1.20	-3 ~ -36
IV -1	IV号带中南段	$15^{\circ}$	SE	$68^{\circ}$	透镜体	60	60	1.85	1.32	+68 ~ -85
VI -1	VI号带东测	$15^{\circ} \sim 25^{\circ}$	NW	$35^{\circ} \sim 65^{\circ}$	透镜体	145	55	3.11	0.79	+72 ~ +10
VIII -1	VIII号带北段	$28^{\circ} \sim 42^{\circ}$	SE	$53^{\circ} \sim 61^{\circ}$	似层状	102	236	2.14	3.54	+60 ~ -144



1—大理岩;2—黄铁矿化碎裂状花岗岩;3—二长花岗岩;4—碎裂状花岗岩;5—煌斑岩;6—金矿体;7—金矿化带及编号;8—取样位置及编号;9—钻孔位置及编号

图3 唐家沟金矿203线剖面示意图

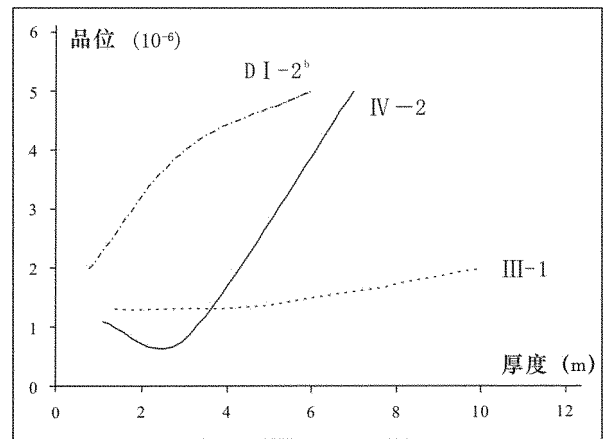


图4 主要矿体厚度与品位变化图

黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、褐铁矿等。黄铁矿多呈半自形—他形状,集合体多为团块状、脉状、细脉状。非金属矿物以石英、斜长石为主,次为钾长石、绢云母、白云母、方解石、绿泥石等。

矿床中金的载体主要为黄铁矿、黄铜矿。金呈长条状、脉状、角砾状、树枝状等形态赋存于黄铁矿、黄铜矿的晶体裂隙、晶隙中或被其包裹。

根据矿石光谱分析结果,矿石由20多种元素组成。有用组分为Au,有害组分As元素含量偏低,伴生有益元素有Ag,Cu,S,富者可综合利用。

矿石结构主要为他形一半自形粒状结构、碎裂状结构、包含结构、乳滴状结构;矿石构造主要为团块状构造、浸染状构造、网脉状构造。

研究表明,该地区金矿床的成矿过程大致划分4个阶段:黄铁矿石英阶段、石英黄铁矿阶段、多金属硫化物阶段、石英碳酸盐阶段<sup>[5]</sup>。

D I -2<sup>b</sup>, IV -2号矿体厚度与品位呈正相关关系,并具多期活动性特点,研究认为为主构造成矿。III -1号矿体厚度与品位变化相关性不大,厚度变化大品位差异较小,推测为矿区的次级构造成矿(图4)。

## 2.2 矿石特征

区内矿石可分为蚀变岩型和石英脉型2种类型。

矿石中金属矿物以黄铁矿为主,次为银金矿、磁

## 2.3 围岩蚀变

各矿体围岩蚀变的强度不同,尤以断裂带膨胀部位最为发育,一般矿体顶板的围岩蚀变较底板弱。蚀变类型与原岩性质有关,原岩为二长花岗岩时,蚀

变以钾化、绢云母化、硅化、绢英岩化和黄铁矿化为主;原岩为变质地层残留体时,一般为碳酸盐化、绿泥石化、绢云母化、硅化及弱黄铁矿化;黄铁矿化、绢英岩化和硅化与金成矿关系密切<sup>[6]</sup>。蚀变围岩大体呈带状分布,以矿脉为中心,向两侧依次为黄铁矿化带、绢英岩带、硅化带、绢云母化带、钾长石化带、碳酸盐带化,各带渐变过渡,往往有缺失。

### 3 矿化富集规律

#### 3.1 断裂构造与矿化富集

研究认为:断裂构造的规模、构造岩性、多期次矿化叠加、断裂构造交切、控矿断裂带局部引张部位、不同岩性接触带破碎部位与矿化富集关系密切。

##### 3.1.1 断裂规模与矿化富集

几乎已发现的主要矿体,主要位于区内的大型断裂中,而大型断裂在空间上常居于岩体的边缘或接触带附近;断裂是导矿通道,赋矿定位空间,大型断裂是矿床的主要成矿通道,为矿床,特别是为大型矿体的形成,提供了空间条件。

##### 3.1.2 断裂中构造岩类型与矿化富集

断裂中的构造岩石清晰的反映了断裂演化过程与构造强度,矿化富集部位的构造岩石主要是角砾岩,强碎裂岩构成,成矿前形成的强构造岩,为矿液运移提供了条件,也为成矿期矿液的扩散、渗透、充填提供了条件。从含石英英脉中残存的含矿构造残留体,可以判断以上特征。

##### 3.1.3 成矿阶段的叠加与矿化富集

该矿床确定为4个成矿阶段,研究证实,各成矿阶段对成矿的贡献率大致为:第一成矿阶段为20%左右,第二、第三成矿阶段为60%~70%左右,第四成矿阶段约为10%左右(个别地区例外)。每一成矿阶段形成了各阶段特有的蚀变与矿化、金属矿物组合;各成矿阶段叠加部位,形成了复杂的矿物组合,并形成了明显的金矿化富集。勘查的成果显示,在富矿部位常形成强烈的钾化(钾长石化、绢云母化)、硅化、黄铁绢英岩化,并有大量组合复杂的金属硫化物出现,这是各阶段成矿作用叠加的结果。可见黄铁绢英岩化、硅化、绢云母化、钾化等矿化蚀变叠加地段,预示着成矿可能性极大。

##### 3.1.4 断裂构造交切与矿化富集

NNE向控矿构造与其他构造交会处是储矿的

有利部位。经前一阶段勘查工作发现,矿区内存在编号为①②③④NE向的隐伏构造,隐伏构造与FeS主构造带之间,为近平行、近等距关系,间距为120~160m(图5)。其规律是:相对于硫铁矿主构造带强矿化蚀变特征而言,其他4条隐伏构造矿化蚀变程度依照②④①③顺序分别为:强、次强、次弱、弱。

②号隐伏构造与F1断层交会处见厚约15m矿化蚀变带,单工程见真厚度6.19m、金品位为 $(0.25 \sim 3.86) \times 10^{-6}$ 矿体;与F4断层交会处见有真厚度5.73m矿体、取样金品位为 $(1.00 \sim 16.64) \times 10^{-6}$ ,最高金品位 $30.58 \times 10^{-6}$ (见于ZK203-2中)。

④号隐伏构造与F4断层交会处见有一处规模较大民采坑,南北长70m、东西长60m,钻探控制未见矿,仅见有连续矿化蚀变带,推测可能控制有无矿间隔地段。与F1断裂构造分支交会位置,地表拣块金取样品位为 $3.35 \times 10^{-6}$ ,岩石类型为褐铁矿化石英脉型。

①号隐伏构造与F1断层交会处见品位 $(0.10 \sim 0.77) \times 10^{-6}$ 、厚约8m矿化蚀变带,与F3断层交会处见品位较低、厚约10m矿体,在与F4、F6断层交会处,见有厚度较小,品位可达 $(5.02 \sim 11.74) \times 10^{-6}$ 数条矿体。

③号隐伏构造矿化蚀变程度相对最弱,与F4断层交会处见有1处民采坑、数处民采井小范围揭露,钻探控制仅见有弱矿化蚀变;推测存在小透镜状矿体。与F1断层交会处、也是F1断裂构造分叉位置,地表见厚约12m硅化蚀变带、矿化很弱。

据观察总结:在NNE向各主要构造带内,矿化富集段的分布具有近等距性,推测矿体定位受NNE及NE向断裂的联合控制。这一规律与谢宏远通过对脉状金矿床的定位构造研究相吻合<sup>[7]</sup>。

##### 3.1.5 控矿断裂带局部引张部位与矿化富集

NNE向控矿断裂带局部引张地段矿化蚀变带在走向上表现为蛇行状,其弯曲弧度较大弧心位置或偏左转弯处在运动中趋于引张,成为良好扩容段,而受挤压段相对紧闭,不利于矿液的聚积。经勘查F4构造中部局部引张部位见有长约260m,厚5~6m的脉状工业矿体(IV-2号);矿体走向在大比例平面图上表现向左弯曲状。

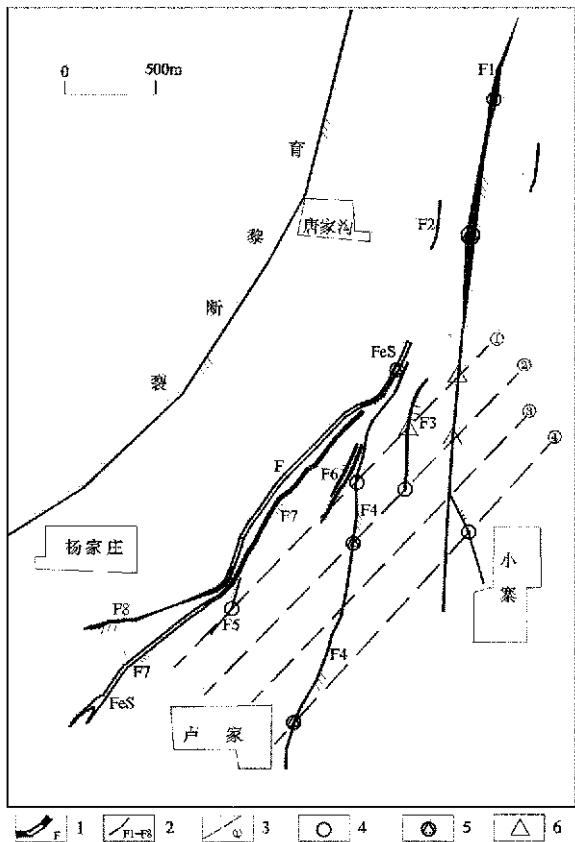
##### 3.1.6 侵入岩与残留地层的接触带及矿化富集

不同岩性接触部位易形成破碎带,利于矿液迁移、聚集、沉淀。从区域整体上看,其西部岩石残留

较多荆山群地层,花岗岩中片麻理较发育;东部岩石花岗岩化则比较彻底<sup>[8]</sup>;从矿区整体上看,荆山群地层与花岗岩接触带上多处具矿化蚀变。

### 3.2 蚀变与矿化富集

大量的勘查与研究证实,钾化、硅化蚀变是矿化富集的主要条件。钾化作用在成矿作用、演化中意义常被忽略。钾化包括钾长石化、绢云母化2种。前者是成矿最早期,由富含挥发分、高温富钾质的熔融体,沿构造走向活动,并强烈交代近矿围岩,形成以钾长石为主的钾化带的过程,其主要发生在第一成矿阶段之前及第一阶段中,钾质增量(以 $K_2O$ 为标准)1%~3%;随着成矿作用演化,成矿热液温度下降,长石类矿物被交代,大量绢云母生成,是第二、三成矿阶段的主要蚀变作用。由于上述富碱熔体的高碱、高温条件,使含矿热液大幅提高了携金能力。因此,在强钾化、强绢云母化的成矿部位,形成了金的矿化富集。



1—与硫化铁有关断层;2—与金有关断层及编号;3—推测断层;4—重点靶区;5—见矿位置及深部探矿靶区;6—见矿位置

图5 唐家沟金矿构造纲要图

## 4 找矿方向

矿区内已获勘查成果显示,主要含矿带的金矿体成矿深度已达500 m以上;区域内牟乳金成矿带中的乳山金矿成矿深度达1 200 m以上,邓格庄金矿床矿体延深亦在900 m以上,这表明牟乳金矿带中重要矿段常具有较深的成矿深度;目前唐家沟金矿床所取的重大找矿突破是运用成矿规律,正确指导勘查取得的。该区的找矿方向,应继续充分研究、利用已知成矿规律,指导勘查工作;同时加强深部成矿预测,实施深部探查,实现找矿新突破。

(1)区内的大型断裂中主矿体有明显的北东侧伏规律,侧伏角 $60^{\circ} \sim 68^{\circ}$ ,沿侧伏方向矿体延续性好,品位变化系数较小。依据矿山开采资料DI-2<sup>b</sup>号矿体,沿侧伏方向见有2处富大的矿囊,至-400 m标高矿体未封闭。因此,沿矿体侧伏方向的深部是探查重点。

(2)已探明矿体一般不是单一产出,而是呈几组平行或斜列出现于断裂密集区。I号矿化蚀变带中南部矿化富集,其东西两翼地表均见有规模较小氧化矿脉,并伴有硅化带及脉岩的出现,为下一步的找矿空间。IV号矿化蚀变带中段、IV-2矿体中见有角砾状矿石和条带状细脉充填,并且细脉相互穿插,说明是多期多次成矿阶段的叠加,是富矿部位;其上下盘矿化蚀变应特别注意观察,其深部可能存在尖灭再现的矿体。

(3)对勘查工作进行阶段性总结,新发现的浅部矿体I-1, III-1, III-2, IV-1, VIII-1(图5),多半位于断裂构造交切部位,因此建议特别关注①号隐伏构造与F4, F5断层交会处;②号隐伏构造与F3, F4断层交会处;④号隐伏构造与F1, F4断层交会处;IV号矿化蚀变带与硫化铁主带交会部位及侧伏深部。

(4)F1, F4控矿断裂带在走向上表现为蛇行状,其中F1断层规模最大,其北端局部地段走向上偏左转弯、为近SN向,地表矿化蚀变较强,推测为引张地段,成为良好扩容段。

(5)矿区西南部VII号矿化蚀变带中南段、VIII号矿化蚀变带南段见有十几处条带状荆山群变质岩地层包体;地表见有较为连续的蚀变带和长约40~60 m大小不一透镜状矿体,局部已被数处民采坑、民采井揭露,产状倾向SE,为有利的成矿空间。

致谢:该文得到了山东省第三地质矿产勘查院丁正江总工程师和李国华高级工程师的协助,在此表示衷心感谢。

## 参考文献:

- [1] 孔庆友,邹国强. 山东省矿产资源储量报告编制指南[M]. 济南:山东省地图出版社,2012:274-280.
- [2] 贺振,张学仁. 山东牟乳山矿带构造控制特征及综合预测[J]. 地质与勘探,2006,42(4):41-46.
- [3] 邱介玲,王厚琴,丁正江,等. 山东乳山英格庄金矿床地质特征

- 及成因浅析[J]. 山东国土资源,2009,25(12):27-31.
- [4] 曾庆栋,沈远超,杨金中,等. 山东省乳山金矿隐伏矿体定位预测[J]. 地质与勘探,1999,35(1):3-5.
- [5] 申萍,沈远超,李光明,等. 胶东金牛山金矿区深部地球化学特征及成矿预测[J]. 地质与勘探,2002,35:21-25.
- [6] 陈海燕,李胜荣,张秀宝,等. 胶东金青顶金矿床围岩蚀变特征与金矿化[J]. 矿物岩石地球化学通报,2012,31(1):5-13.
- [7] 谢宏远,沈远超,张启锐. 山东乳山中东部地区金矿成矿规律及其找矿应用[J]. 地质与勘探,1999,35(1):6-9.
- [8] 祝新友. 牟平-乳山金矿带成矿物理化学环境及金的富集机制[J]. 地质与勘探,1991,(9):50-56.

## Priamry Analysis on Metallogenic Enrichment Regularity of Tangjiagou Gold Deposit in Jiaodong Area

HU Peiqiang<sup>1</sup>, XU Yanfeng<sup>1</sup>, WANG Rensheng<sup>2</sup>, ZHONG Fangjing<sup>2</sup>, LIU Hong<sup>2</sup>, ZHANG Zhijun<sup>3</sup>

(1. No.3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264004, China; 2. Rushan Jinhua Mining Limited Corporation, Shandong Rushan 264503, China; 3. No.6 Branch Brigade of CAPF, Henan Sanmenxia 472000, China)

**Abstract:** Tangjiagou gold deposit is a medium-sized gold deposit in southwest of Mouping-Rushan gold belt in Jiaodong area. Its main overlying layers are metamorphic rocks in Proterozoic Jingshan group, Cenozoic and Quaternary. Structures are mainly composed of Paleo-proterozoic fold structures and Mesozoic faults. Among them, gold-bearing mineralization belts are controlled by fractures with the trend of NNE. Main ore bodies are distributed in the trend of NNE, and ore types are mainly pyritized quartz vein and pyritized cataclasite. The thickness of main ore bodies has a positive relation with grade, and mineralization has the characteristics of multi-stage activities. It is found that the intersection areas of ore-controlling structures and other structures and the corners of ore-controlling structures are favourable ore-contained places, while mineralized alteration superposition areas have great deep prospecting potentiality. It is predicated that intersection areas of gold mineralization fractural structures with the trend of NNE, sulfide enrichment belts and hidden faults, as well as iron and gold mineralization belts, and the contact areas of Jingshan group are metallogenic favorable zones.

**Key words:** Gold deposit; geological characteristics; enrichment regularity; Tangjiagou gold deposit; Rushan of Shandong province