

地质与矿产

## 烟台市牟平区宋家沟金矿床地质特征及找矿方向

李平, 胡伟华

(山东省第三地质矿产勘查院, 山东烟台 264000)

**摘要:**胶莱盆地东北缘为胶东东部地区重要金矿成矿区, 宋家沟金矿床为该区典型的蚀变岩型金矿床, 该矿床的形成与分布受盆地及盆缘断裂的约束和控制, 金矿体呈斜列展布, 成群成带密集产出, 矿体规模不等, 品位、厚度及产状变化大。崖子断裂为该金矿床的导矿构造, 荆山群及莱阳群为金矿矿源层, 盆缘断裂所派生的 NE 向次级断裂严格控制着金矿体的产出, 矿床成因为中温热液脉型金矿床。通过对矿床地质特征、矿石特征、金矿物特征及矿床成因等方面的研究和找矿标志的总结, 指出该区找矿方向, 认为盆地边缘并在盆缘次级断裂发育地区找矿潜力较大, 对中生代盆地边缘地区找矿具有一定的指导意义。

**关键词:**金矿床; 地质特征; 找矿方向; 宋家沟; 烟台牟平

**中图分类号:** P618.5 **文献标识码:** A

**引文格式:** 李平, 胡伟华. 烟台市牟平区宋家沟金矿床地质特征及找矿方向[J]. 山东国土资源, 2018, 34(9): 26-30.  
LI Ping, HU Weihua. Geological Characteristics and Prospecting Direction of Songjiagou Gold Deposit in Muping District of Yantai City[J]. Shandong Land and Resources, 2018, 34(9): 26-30.

胶莱盆地东北缘为胶东东部地区重要的金成矿集中区, 区内分布有蓬家夼(大型)、土堆(大型)、辽上(特大型)、西涝口(中型)、西井口(中型)等大中型金矿床<sup>[1-5]</sup>。随着宋家沟金矿区地质勘查工作的深入开展, 找矿工作取得丰硕成果, 宋家沟金矿床已达到大型金矿床规模<sup>①</sup>。

## 1 区域地质背景

宋家沟金矿大地构造位置位于秦岭-大别-苏鲁造山带(I)胶南-威海隆起区IV(II)胶莱盆地(III)东部IVa海阳-青岛断陷IVa<sub>1</sub>(IV)留格庄凹陷IVa<sub>1</sub>(V)的北部。牟平-即墨断裂带之崖子断裂东侧。区内中生代岩浆活动强烈, 断裂构造十分发育<sup>[6-7]</sup>, 金矿床(点)分布众多, 成矿条件优越(图1)。

### 1.1 地层

区内出露地层由老至新主要有古元古代荆山群、早白垩世莱阳群、青山群和晚白垩世王氏群。古元古代荆山群岩性以变粒岩、大理岩等为主; 莱阳群主要为陆相杂色砂岩、泥岩和砾岩等碎屑岩沉积; 青

山群主要为中基性-酸性火山岩建造; 王氏群为陆相红色砂岩、泥岩和砾岩等碎屑岩系。中生代早白垩世莱阳群、青山群、王氏群, 岩性以砾岩、砂岩为主。

### 1.2 构造

区内构造主要为韧性剪切带和脆性断裂。

韧性剪切带: 主要分布于荆山群及中生代侵入岩中, 呈眼球状糜棱岩及糜棱岩化二长花岗岩。形成时代为燕山早期。

脆性断裂: NE向的崖子断裂是该区主干断裂, 是牟平-即墨断裂带<sup>[8]</sup>的组成之一, 牟平-即墨断裂带为深切幔源的岩石圈断裂带<sup>[9-12]</sup>, 是沂沭断裂带羽状构造体系的组成部分<sup>[13]</sup>, 是宋家沟金矿的主要导矿构造。

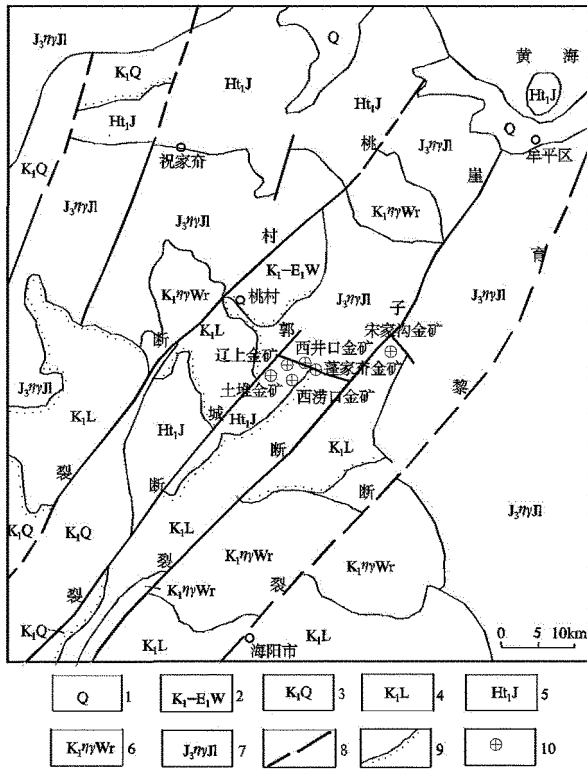
### 1.3 岩浆岩

区内岩浆岩主要为中生代燕山早期玲珑序列及燕山晚期伟德山序列花岗岩, 岩性分别为弱片麻状细中粒含石榴二长花岗岩和斑状中粗粒二长花岗岩; 中生代脉岩主要有煌斑岩、辉绿玢岩、闪长岩等。

收稿日期: 2017-12-04; 修订日期: 2018-01-15; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 李平(1970—), 男, 山东乳山人, 工程师, 主要从事地质勘查工作; E-mail: liping1033@qq.com

①山东省第三地质矿产勘查院, 山东省烟台市牟平区宋家沟矿区深部及外围金矿详查报告, 2013年。



1—第四系;2—王氏群;3—青山群;4—莱阳群;5—荆山群;6—伟德山序列任家沟单元;7—玲珑序列九曲单元;8—实测及推测断裂;9—不整合地质界线;10—金矿床

图 1 宋家沟金矿床区域地质图

## 2 矿区地质特征

### 2.1 地层

区内出露的地层为古元古代荆山群及中生代莱阳群,荆山群呈包体零星分布,是宋家沟金矿的矿源层<sup>[14]</sup>;中生代莱阳群既是宋家沟金矿的矿源层也是矿体的围岩。

### 2.2 构造

区内构造主要表现为韧性剪切带及脆性断裂。

韧性剪切带主要发育于矿区东北部的中生代玲珑序列侵入体及荆山群变质岩中,总体呈 NW 向,面理产状  $230^{\circ} \sim 280^{\circ} / 12^{\circ} \sim 23^{\circ}$ ,个别倾角可达  $30^{\circ}$ ,线理产状  $240^{\circ} \sim 290^{\circ} / 15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。岩性为眼球状花岗质糜棱岩。

脆性断裂主要为盆地边缘的崖子断裂,其走向  $45^{\circ}$ ,倾向 SE,倾角  $48^{\circ} \sim 76^{\circ}$ 。断裂带的北东段分布于玲珑序列侵入体中,西南段分布在莱阳群砾岩与玲珑序列侵入体接触带中。带内为构造角砾岩、碎

裂岩,发育高岭土化、轻微绢云母化蚀变。断裂具多次活动,具有控制花岗岩体分布及中生代断陷盆地展布的特征,经历了左行压扭—张扭—张裂—左行平移活动,断裂带内煌斑岩脉断续分布。该组断裂与金矿关系较密切。其派生的盆地内 NE 向裂隙密集带是区内主要控矿及容矿构造。裂隙密集带总体呈陡倾斜裂隙,仅局部倾角较缓,小于  $30^{\circ}$ 。裂隙密集带主要分布于矿区中部,呈不规则状,其长轴方向长度约 1 200 m,短轴方向长度约 400 m。单条裂隙宽仅在 1~10 cm,这些单裂隙构成宽大的裂隙密集带,沿裂隙及两侧岩石较破碎,具强烈的绢英岩化、黄铁矿化及高岭土化蚀变。金矿体则赋存在裂隙密集带中。

### 2.3 岩浆岩

区内岩浆活动发育,主要为中生代燕山早期玲珑序列花岗岩,岩性为弱片麻状中细粒含石榴二长花岗岩。其分布于盆地外缘及基底区。宋家沟金矿区金矿化与燕山晚期伟德山序列岩浆活动有关<sup>[15-16]</sup>。

## 3 矿体地质特征

### 3.1 矿体特征

矿区共圈定了 52 个金矿体,其中主要矿体 6 个,编号分别为 4,5,7,9,13,14(表 1);次要矿体 46 个。矿体具有膨胀收缩,分枝复合特点,形态较复杂,主要呈不规则脉状、透镜状分布(图 2)。矿区内矿体长度 30~540 m,最大斜深 25~460 m,赋存标高 +145 m~-402 m;埋深 0~417 m;矿体走向  $30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ,倾向 SE,倾角  $28^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ;矿体厚度 0.90~9.70 m;平均厚度 5.62 m;金单样品品位  $(0.22 \sim 221.99) \times 10^{-6}$ ,金矿体品位  $(0.64 \sim 8.85) \times 10^{-6}$ ,平均品位  $2.31 \times 10^{-6}$ 。

### 3.2 矿石特征

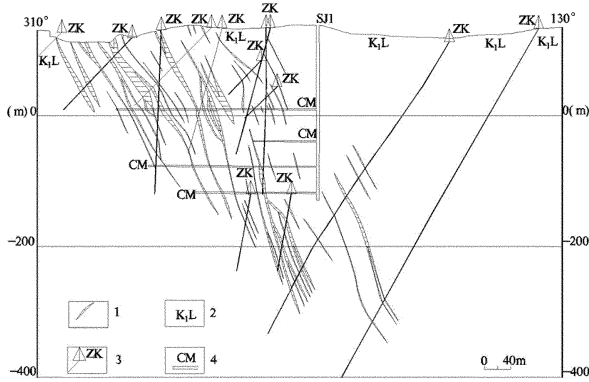
矿石结构主要为粒状结构、碎裂结构、充填结构,次为交代结构、包含结构。

矿石构造主要为致密块状构造、团块状构造、脉状构造,浸染状构造等,次为角砾状构造。

矿石中金属矿物主要为银金矿、自然金、黄铁矿,少量黄铜矿、闪锌矿;非金属矿物主要为长石、石英、少量钾长石、粘土矿和碳酸盐类矿物。矿石类型为黄铁矿化绢英岩化砾岩及黄铁矿化硅化砾岩。

表 1 宋家沟金矿区主要矿体特征

矿体编号	4	5	7	9	13	14
分布范围(线)	11~60	7~52	19~52	19~60	19~52	11~52
形态	脉状	不规则脉状	不规则脉状	脉状	脉状	脉状
产状	倾向(°)	125~140	120~135	130~140	120~140	130
	倾角(°)	40~85	40~82	42~82	52~80	37~76
规模	长度(m)	540	450	540	540	540
	斜深(m)	460	420	440	335	203
	厚度(m)	0.36~44.90	0.36~11.97	0.47~18.60	0.66~22.95	0.81~24.83
平均厚度(m)	9.70	3.70	5.04	6.39	8.81	5.22
厚度变化系数	114	91	104	82	86	99
品位区间(10 <sup>-6</sup> )	0.50~70.44	0.51~85.47	0.50~108.53	0.50~221.99	0.50~15.66	0.50~46.21
平均品位(10 <sup>-6</sup> )	2.38	2.98	1.97	3.97	0.97	1.46
品位变化系数	205	183	248	329	151	157
赋存标高(m)	+14~-300	+120~-300	+130~-365	+140~-250	+142~-41	+142~-52
埋深	0~417	0~388	0~415	0~360	0~185	0~195



1—金矿体;2—早白垩世莱阳群;3—钻孔;4—穿脉  
图 2 宋家沟金矿区 0 勘探线剖面图

### 3.3 金矿物特征

金矿物以银金矿及自然金为主。银金矿呈金黄色,金矿物形态以角砾状为主(44%),次为枝杈状(17%)、圆粒状(13%),少量细脉状(7%),长角粒状(7%),片状(3%),麦粒状(3%),凸镜状(3%)。粒径以中细粒为主,金颗粒一般在(20~100) $\mu\text{m} \times (20 \sim 100)\mu\text{m}$ 。银金矿中金矿物赋存状态为晶隙金、包体金、裂隙金、间隙金。晶隙金占比 40%,主要赋存在黄铁矿晶隙中;包体金占 27%,主要包含在黄铁矿中;裂隙金占 23%,赋存于黄铁矿裂隙中,间隙金占 10%,主要赋存于黄铁矿和脉石矿物间隙中(表 2)。自然金呈金黄色,以他形粒状为主,大小一般在 50~100  $\mu\text{m}$ ,部分 100~150  $\mu\text{m}$ ,少量 20~50  $\mu\text{m}$ 。自然金中金矿物赋存状态为晶隙金、包金体、裂隙金。晶隙金主要赋存在黄铁矿晶隙中及脉石矿物晶隙中;包体金主要包含在黄铁矿中;裂隙金赋存在黄

铁矿裂隙中。自然金呈星散状分布。

### 3.4 矿床成因

对胶东地区金矿研究发现:胶东金矿是在同一的大地构造背景环境下,由同一成矿作用形成的具有成因相同、时代相近、在不同的构造部位、不同围岩条件形成的一系列金矿自然类型组合,其不是单一的矿床类型,而是反映构造环境、成矿背景、成矿物质来源与成矿规律的金矿成因系统。形成“四位一体的构造叠置成矿背景,挤压—伸展手风琴式构造—岩浆—成矿作用模式和壳幔混合多源流体成矿物质来源”这一胶东金矿较为系统的成矿理论体系,而“挤压伸展”的构造—岩浆—成矿作用是导致胶东大规模金矿形成的关键因素<sup>[17]</sup>。

早白垩世中晚期,由于古太平洋板块俯冲方向的改变以及俯冲速率的加快,造成了对欧亚板块挤压俯冲应力的减弱,使得软流圈地幔上隆,自此,中国东部进入区域伸展拉张阶段,最终形成以胶莱盆地为代表的拉分盆地,且在盆地内部形成多组压扭性断裂,从而形成导矿和容矿的构造空间。在盆地沉积时,荆山群大理岩、变粒岩以及中生代糜棱岩化二长花岗岩等碎屑经水系搬运,沉积到盆地边部,形成莱阳群,莱阳群中金元素平均含量  $1.79 \times 10^{-9}$ ,为金矿矿源层<sup>①</sup>。

宋家沟金矿气液两相包裹体温度变化范围在 175.8~251.3℃ 之间,主要集中在 200~220℃;含

① 山东地质调查院,山东省胶莱盆地金矿调查与评价报告,2002 年。

CO<sub>2</sub> 三相包裹体温度变化范围在 208.3~262.8℃ 之间,主要集中在 220~240℃<sup>[18]</sup>。宋家沟金矿成矿流体经历了明显的不混溶作用过程,包裹体测试均一温度值能够比较真实地反映不混溶包裹体群的捕获温度,其峰值 240℃ 可代表成矿温度。且宋家沟金矿床形成于挤压背景下的拉伸环境。综合构造环

境、控矿构造、赋矿围岩、矿化样式、矿体形态、矿石矿物组合、脉石矿物组合、成矿时代、成矿流体特征、成矿温压条件、成矿深度等因素,胶莱盆地东北缘早白垩世中晚期形成的宋家沟金矿床为中温热液脉型金矿床。

表 2 银金矿物特征

粒度 (μm)	颗粒	包金体				晶隙体				裂隙金		间隙金		占比 %				
		黄铁矿中		脉石矿物中		黄铁矿晶隙		脉石与黄铁矿晶隙中		黄铁矿裂隙		黄铁矿和脉石矿物间隙中						
		颗粒	大小		颗粒	大小	颗粒	大小		颗粒	大小		颗粒		大小			
			最小	最大				最小	最大		最小	最大						
角砾状	13	6	6×10	40×40			3	24×40	60×150	3	20×28	80×130	1	10×12			44	
枝杈状	5									1		20×100	4	5×30	20×80			17
细脉状	2												2	2×30	5×40			7
长角砾状	2	1	14×40				1	100×260										7
圆粒状	4				1	5×5	2	2	6							1	21×20	13
片状	1						1	8×30										3
半椭圆状	1															1	50×28	3
麦粒状	1															1	100×350	3
凸镜状	1						1	60×20										3
合计	30	7			1		8			4			7				3	
占比 %		23			3		27			14			23				10	

## 4 找矿标志及找矿方向

### 4.1 找矿标志

**构造标志:**区域性 NE 向断裂所派生的次级断裂构造,尤其是盆地内脆性断裂、裂隙密集带,往往预示着金矿体的存在,是金矿床赋存的重要构造标志。

**脉岩标志:**区内脉岩以煌斑岩、闪长岩最为发育,脉岩与围岩接触部位,往往具有热液蚀变现象;煌斑岩与金矿化关系密切,煌斑岩常为金矿体的围岩,且与金矿体平行产出,可指示金矿化的存在。

**蚀变标志:**该区莱阳群砾岩中,在脆性断裂分布区,岩石都发生或强或弱的蚀变,如黄(褐)铁矿化、绢云母化、硅化、碳酸盐化等,这些蚀变使得岩石常成灰绿色,在黄(褐)铁矿发育的岩石中,岩石表面呈灰黑色,是找矿的直接标志。石英、黄铁矿是主要的载金矿物,是矿床形成的重要标志。

**地球物理标志:**区内激电异常与断裂构造、脉岩等基本对应,是区内找矿的间接标志。

**地球化学标志:**Au 等原生晕异常,是较好的地球化学标志,其与该区金矿体套合较好,为找矿的间接标志。

### 4.2 找矿方向

宋家沟金矿床矿体规模大小不等,其以产状、品位、厚度变化大,矿体数量多为特征,矿体受盆地的约束,且受益缘断裂、盆底断裂及盆地内部 NE 向裂隙密集带的控制。

NE 向密集裂隙带是该区金矿主要控矿构造,是盆缘深源断裂——崖子断裂的次级裂隙,是成矿热液运移和交代的通道,金易于在此通道内富集,且成群成带呈斜列产出。-300 m 标高以上是金矿主要的富集空间。

盆缘底部在盖层与基底之间存着与盆地形态相似的缓倾斜的脆性断裂构造,即盆底断裂。断裂带内充填大量闪长岩脉,且在断裂带内的构造角砾岩中矿化较强,局部金含量大于边界品位。说明深部矿液沿断裂通道上升时,在脆性断裂带及其两侧适当位置,尤以裂隙发育、岩石破碎、薄弱层理面等位置易于富集成矿。

综上所述,盆地边缘并受益缘次级断裂控制地区是该区的工作重点和找矿方向。

## 5 结论

(1)宋家沟矿区矿体主要受 NE 向裂隙密集带控制,矿体集中成群成带,大致平行分布,主要呈不

规则脉状、透镜状。矿床成因类型为中温热液脉型金矿床。

(2)宋家沟金矿位于该区重要的金成矿区——胶莱盆地东北缘成矿区内,成矿地质条件优越。盆缘断裂控制着金矿床的分布,其所派生的NE向次级断裂构造控制着金矿体的产出。因此,盆缘断裂及其次级断裂具有较好的找矿前景。

## 参考文献:

- [1] 李国华,丁正江,纪攀,等.胶莱盆地东北缘地区金矿特征及找矿方向[J].地质与勘探,2016,52(6):1029-1036.
- [2] 乔增宝,冯园园,李大兜,等.山东省海阳市土堆沙旺地区金矿床原生晕分带特征及找矿前景[J].山东国土资源,2016,32(12):19-24.
- [3] 冯园园,李大兜,乔增宝,等.山东省海阳市土堆沙旺地区金矿激电异常和电阻率分布规律探讨[J].山东国土资源,2017,33(3):24-28.
- [4] 纪攀,丁正江,李国华,等.胶东辽上特大型金矿床地质特征[J].山东国土资源,2016,32(6):9-13.
- [5] 张维昕,李太兵,刘金友,等.山东西涝口金矿床控矿构造特征及动力学浅析[J].山东国土资源,2017,33(10):19-24.
- [6] 孙丰月.胶东中生代区域构造演化与成矿[J].吉林大学学报(地球科学版),1994(4):378-385.
- [7] 邓军,翟裕生,杨立强,等.构造演化与成矿系统动力学——以

- 胶东金矿集中区为例[J].地质前缘,1999,6(2):315-323.
- [8] 山东省地质矿产局.山东省区域地质志[M].北京:地质出版社,1991:475-476.
- [9] 徐贵忠.沂沭裂谷的形成与演化[A]//中国科学院地质研究所1981届硕士论文集[C].北京:北京科技出版社,1981:42-54.
- [10] 徐贵忠,王艺芬.论东秦岭前寒武纪的构造演化特征[J].地质科学,1990(2):101-112.
- [11] 徐贵忠,王艺芬,张稳胜.桐柏一大别山碰撞造山带的大地构造演化[J].西安地质学院学报,1993,15(1):35-44.
- [12] 吴利仁,徐贵忠.东秦岭一大别山碰撞造山带的地质演化[M].北京:科学出版社,1998:1-226.
- [13] 李洪奎,陈国栋,梁太涛,等.沂沭断裂带构造活动与胶东金矿形成关系之探讨[J].山东国土资源,2017,33(11):6-14.
- [14] 李明琴,张竹如,唐波,等.胶莱盆地层控型金矿含矿岩系的成岩及成矿作用机理探讨[J].地质与勘探,2002(3):33-37.
- [15] 毛景文,赫英,丁梯平.胶东金矿形成期间地幔流体参与成矿过程的碳氧氢同位素证据[J].矿床地质,2002,21(2):121-128.
- [16] 毛景文,李厚民,王义天,等.地幔流体参与胶东金矿成矿作用的碳氧氢硫同位素证据[J].地质学报,2005,79(6):839-857.
- [17] 李洪奎,卜文峰,嵇传源,等.山东胶东矿集中区中生代构造事件与金矿成矿作用[J].山东国土资源,2017,33(1):1-9.
- [18] 王铎融,王力,陈扬.山东牟平宋家沟金矿床流体包裹体研究[J].黄金地质,2015,36(5):21-26.

# Geological Characteristics and Prospecting Direction of Songjiagou Gold Deposit in Muping District of Yantai City

LI Ping, HU Weihua

(No.3 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Yantai 264000, China)

**Abstract:** The northeastern margin of Jiaolai basin is an important gold mineralization area in eastern Shandong. Songjiagou gold deposit is a typical altered conglomerate type deposit. It is believed that the formation and distribution of this deposit are restricted and controlled by basin and margin fractures. The gold ore bodies are distributed in a diagonal way, and are concentrated in groups and belts. The ore bodies are of different sizes, and the grade, thickness and occurrence of gold deposits vary greatly. Yazi fault is the ore conducting structure of the gold deposit, and the deposit belongs to medium temperature hydrothermal vein type. Jingshan group and Laiyang group are the source bed of gold ores. The secondary fault with the trend of NE derived from the faults in the margin of the basin strictly controls the output of gold ore bodies, and the deposit is due to the medium warm hydrothermal vein type. Through study on geological characteristics of the deposit, ore characteristics, characteristics of gold deposits and the origin of the deposit and the summary of ore prospecting markers, the prospecting direction is pointed out in this area. It is believed that the edge of the basin has great potential for prospecting in the margin of the basin and in the secondary fault development region. It has a certain guiding significance for the prospecting ores in the marginal area of Mesozoic basin.

**Key words:** Gold deposit; geological characteristics; prospecting direction; Songjiagou area