

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2020.03.015

# 甘肃省礼县田家河砂金矿床地质特征及富集规律

徐小健, 宋红莎

(甘肃矿业开发研究院, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:**阐述了甘肃省礼县田家河一带砂金矿床的地质特征、第四系地质、地貌条件与成矿特征,分析了各类型松散堆积物的成因、分布特征,对砂金的富集规律和成矿特征进行了总结,通过对混合砂含砾率、砾石度、含泥量等进行了测定,对矿体厚度、品位在纵向上、垂向上的变化特征进行了分析。探讨了成矿物质来源、砂金富集部位和补给方向及搬运距离。田家河砂金矿床产于第四系全新统河床相及河漫滩相中,成因类型属河流冲积型,形态类型属河床、河漫滩型,成矿时代为第四纪全新统;全新世开始,地壳上升幅度极小,河流侧蚀作用增强,使含金地体和各级阶地的剥蚀物被搬运、分选,并在谷底堆积形成田家河砂金矿。该砂金矿的发现和评价为该区寻找相似类型的砂金矿床提供了找矿标志和找矿模式。

**关键词:**砂金矿床;田家河砂金矿床;地质特征;富集规律

中图分类号:P618.51

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2020)03-0175-09

## Geological Characteristics and Enrichment Laws of Tianjiahe Placer Gold Deposit in Lixian County, Gansu Province

XU Xiaojian, SONG Hongsha

(Gansu Mining Development Research Institute, Lanzhou 730000, Gansu, China)

**Abstract:** This paper mainly expounds the geological characteristics, Quaternary geology, geomorphic conditions and metallogenic characteristics of the Tianjiahe placer gold deposits in Lixian County, Gansu Province, analyzes the genesis and distribution characteristics of various types of loose deposits, and summarizes the enrichment laws and metallogenic characteristics of placer gold. Through the determination of gravel content, gravel degree and mud content of mixed sand, the variation characteristics of the thickness and grade of ore body in Longitudinal and vertical directions are analyzed. This paper finds out the source of ore-forming materials, the enrichment location, the supplying direction and transporting distance, etc. Tianjiahe placer gold deposit developed in the Quaternary Holocene riverbed and flood plain facies. it is river alluvial type, and riverbed and flood plain type as well. The metallogenic epoch is quaternary Holocene. In the Holocene, the crust rose slowly, while the lateral erosion of the river enhanced. All gold-bearing geologic bodies and terraces were transported and sorted, thus formed the Tijahe placer

收稿日期:2020-04-02;修回日期:2020-06-23

作者简介:徐小健(1967-),男,甘肃省秦安县人,地质矿产高级工程师,理学学士学位,长期从事地质矿产勘查工作。E-mail: 63361535@qq.com

gold deposit at the bottom of the valley. The discovery and evaluation provide prospecting criteria and a prospecting model for similar type of placer gold deposits in this area.

**Keywords:** placer gold deposit; Tianjiahe placer gold deposit; geological characteristics; enrichment laws

田家河砂金矿位于甘肃省礼县县城以北至罗坝一带,属西秦岭中带岷-礼成矿带,该区矿产地 10 余处,其中在田家河上游共发现金矿床 9 处,按矿床规模大型矿床 1 处,中型矿床 1 处,小型矿床 7 处。该区地层较为齐全,断裂构造较发育,岩浆活动强烈,是西秦岭重要的金矿产地之一。

田家河砂金矿于 20 世纪 80 年代,由原甘肃省地矿局地质一队在燕子河罗坝-礼县县城段详查时发现,并开展了第四纪地质、地貌、水文地质调查,利用浅井、钻探等手段对田家河砂金矿床进行评价, Au 平均品位为  $0.2292 \text{ g/m}^3$ ,显示该流域良好的找矿前景。燕子河属于西汉水支流,发源于岷县上什字一带,在礼县县城汇入西汉水,流程 50 km。笔者对研究区地质特征及富集规律进行了充分研究,以期为该区寻找相似类型的砂金矿床提供找矿标志和找矿模式。

## 1 区域地质背景

田家河砂金矿位于西秦岭中带岷-礼成矿带,北侧以漳县-武山断裂为界与北秦岭造山带相连,南侧岷县-宕昌断裂与西秦岭造山带南亚带相连。

区域地层主要为泥盆纪、石炭纪、二叠纪、三叠纪、白垩纪、新近纪、第四纪地层。泥盆系、二叠系是主要赋矿地层,泥盆系岩性主要为石英岩、云母石英片岩夹大理岩、变砾岩和浅海相的碳酸盐岩、滨-亚浅海碎屑岩、泥质岩建造。二叠系岩性主要为浅海相有机质泥岩建造、碎屑岩、碳酸盐岩建造。中泥盆统舒家坝群为研究区主要赋矿地层,区内出露的舒家坝群岩石及地层中的石英脉普遍含 Au,为砂金矿的形成提供了丰富的物质来源。

区域断裂构造总体呈北西西向展布。断裂两侧褶皱、次级断裂发育,褶皱构造为石家河坝复式向斜,其核部由下加岭组组成,南北翼分别由泥盆系西汉水组和李坝群组成,次级褶皱发育。断裂构造发育、复杂,有分布在石家河坝复式向斜南北两侧的深大断裂礼县-洮坪-苇子坝断裂和礼县-罗坝-锁龙口

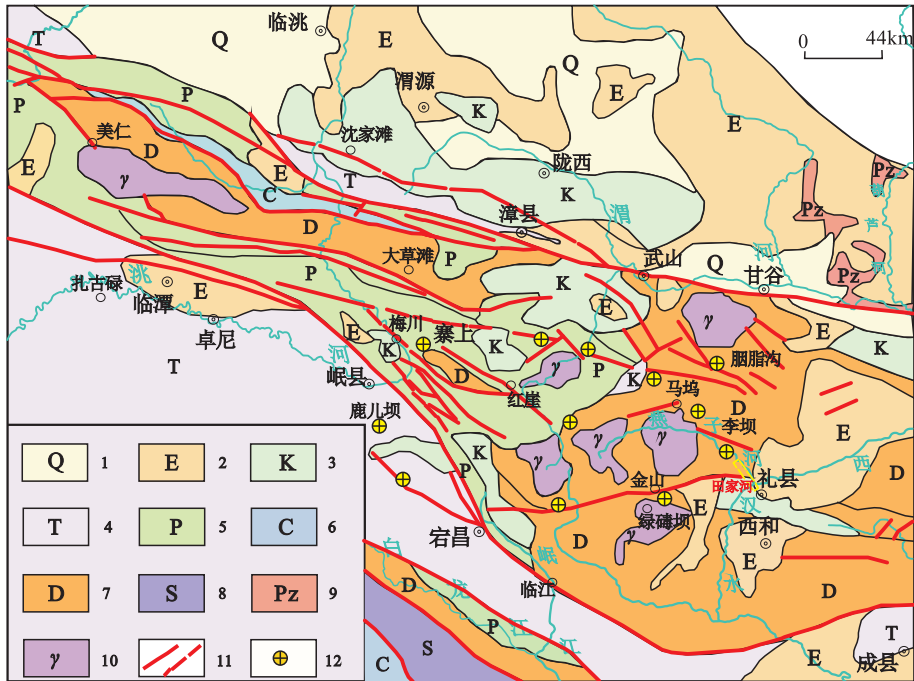
断裂,2 条深大断裂旁侧次级断裂很发育。区域构造线总体方向为  $120^\circ \sim 130^\circ$ 。断裂带及断层破碎带中往往含 Au 量较高。

区域内岩浆活动强烈,主要岩体有中川岩体、碌础坝岩体、柏家庄岩体、教场坝岩体、间井岩体,誉为“五朵金花”;岩体呈近等轴状岩基,个别为小岩株,以花岗岩和二长花岗岩为主,其次为二云母花岗岩、白云母二长花岗岩和石英闪长岩等。空间位置上表现金矿与岩体关系密切,并且金矿多分布在岩体外接触带,中川岩体北东侧外接触带产有李坝金矿。李坝岩金矿床位于该砂金矿上游(图 1),其赋矿地层为中上泥盆统,西秦岭中泥盆统舒家坝群碎屑岩为金的主要物质来源,李坝岩金矿区内小规模褶皱及断裂发育,断裂为该岩金矿主要的容矿及导矿构造,矿体形态受断裂形态的影响,随之发生变化;矿化强度与蚀变强度成正比,成因类型属中-浅成中低温岩浆热液叠加变质热液(充填-交代)金矿床。距中川岩体约 5 km 外接触带产有崖湾岩金矿,崖湾岩金矿位于矿区内,其赋矿地层为中石炭统,该区内北西西、东西向的断裂为区内主要控矿、容矿断裂,矿体产状受断裂控制。崖湾岩金矿受控于特定的地质构造背景,与岩浆活动、热液蚀变及热液脉体活动紧密相关,且金矿化明显受断裂破碎带控制,几乎所有金矿(化)体都赋存于断裂破碎带内;矿化强度与蚀变强弱关系密切;金的成矿对地层没有明显的选择性,成因类型为岩浆期后中低温热液型金矿床。李坝金矿成矿深度 1~2 km,属于浅成带,矿体剥蚀程度为上部。

## 2 矿区地质

### 2.1 地层

中泥盆统舒家坝群主要分布于矿区的南、北部。北部为第四岩段,其岩性为灰、灰绿色粉砂质板岩及灰色石英砂岩,石英砂岩单层厚 0.1~0.3 m;南部为第六岩段,其岩性为灰、灰绿色、紫红色板岩夹粉砂岩、砂岩、灰岩。



1. 第四系;2. 新近系;3. 白垩系;4. 三叠系;5. 下二叠统;6. 石炭系;7. 泥盆系;8. 志留系;9. 前古生界;10. 花岗岩;11. 断裂;12. 金矿床(点)

图1 西秦岭岷一礼一带区域地质及金矿分布图

Fig. 1 Geological map and gold distribution of Min-li area in the west Qinling

中石炭统下加岭群为矿区的主要地层,由以下几个岩组组成。

第一岩组:黑色碳质粉砂岩夹粉砂质板岩、砂岩;第二岩组:灰色厚层状石英砂岩与灰黑色碳质板岩互层;第四岩组:黑色碳质板岩夹厚层石英砂岩;第五岩组:灰色厚层状石英砂岩夹石英细砂岩、碳质板岩;第六岩组:灰黑色砾岩夹碳质粉砂岩、粉砂质板岩。各岩性中 Au 含量见表 1。

表 1 田家河砂金矿区内岩石 Au 含量表

Tab. 1 List of Gold content of rock in Tianjiahe placer gold mining area

岩组名称	主要岩性	样品数量(个)	Au 品位( $10^{-6}$ )
中泥盆统舒家坝群	砂岩	5	0.10~0.35
	板岩	5	0.10
	砾岩	2	0.25~0.30
	石英脉	3	0.20~0.35
中石炭统下加岭群	砂岩	8	0.00~0.25
	粉砂岩	2	0.00
	板岩	15	0.00~0.35
	砾岩	3	0.12~0.25
	石英脉	9	0.05~0.35
断裂带	角砾岩	7	0.05~0.25

新近系临夏组:矿区内出露甚少,仅在罗坝东部出露一处,岩性为红色砂砾岩、砾岩、粉砂岩。

## 2.2 构造

矿区断裂和褶皱较为发育,断裂系礼县-罗坝-锁龙口断裂带的次一级构造,多为压扭性,走向多为北西西向,倾向南为主。在中川北西见一断裂破碎带,走向北西西。关坝-金家坪复式向斜轴部通过矿区,次级褶皱较为发育,其轴部走向及两翼地层倾向与关坝-金家坪复式向斜大致平行,也与上述断裂走向基本一致。

## 3 地貌及第四纪地质

### 3.1 地貌

矿区地貌雏形形成于更新世,经过 200 多万年的演化和改造,形成现在的山地地貌和河谷地貌。

#### 3.1.1 山地地貌

由山顶、山坡及黄土冲沟相间组成。山地海拔高程 1 880~2 050 m,河谷谷底海拔高程 1 420~1 600 m,相对高差 450~460 m。山顶多为尖山状

和穹隆状,山脊多为穹形,山坡多为均匀坡及阶状坡,由于本区位于地壳上升较强烈的部位,故坡角一般 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。

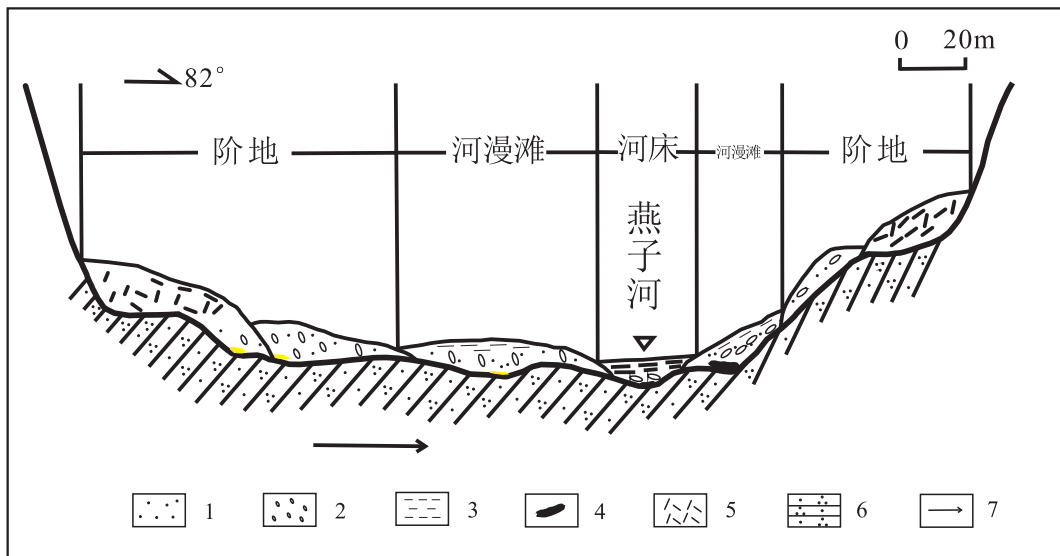
### 3.1.2 黄土地貌

本区的黄土地貌发育甚少而单一,只发育有黄

土冲沟,一般深 $5\sim 25$  m,横断面呈V形,坡陡而底窄,冲沟平时为干沟。

### 3.1.3 河谷地貌

为本区主要的地貌形态,包括面流地貌、洪流地貌、河流地貌(图2)。



1、2、3. 河床相冲积物(1. 砂;2. 砾石;3. 黏土);4. 砂金矿体;5. 坡积物;6. 石英砂岩;7. 河床移动方向

图2 田家河一带河谷形成示意图

Fig. 2 Diagram of valley formation in Tianjiahe area

(1)面流地貌:由面流及重力堆积形成坡积裙。裙上部坡度较大为 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ ,下部坡度与谷地相连,其宽度为 $10\sim 15$  m,长度沿山麓线平行且断续延长。

(2)洪流地貌:由冲沟洪水形成洪积扇及洪积扇群,分布于沟口,尤以在右岸发育,坡度为 $5^{\circ}\sim 9^{\circ}$ ,多呈不规则长条形和不规则扇形,面积一般为 $0.05\sim 0.18$  km<sup>2</sup>;扇的前部与河漫滩相连或被河水冲刷形成陡坎。

(3)河流地貌:为区内主要的地貌单元,分布范围最广。

河床:平水期宽为 $10\sim 15$  m,水深为 $0.3\sim 0.5$  m,受季节性洪水影响,经常改道,为曲流型。在河床的两侧断续地发育有边滩,河心滩不发育。

河漫滩:受控于河谷,多呈条带状、新月形分布,长 $10\sim 1000$  m,宽 $50\sim 300$  m;其表面平坦,向河床方向及下游微倾斜,倾角为 $1^{\circ}\sim 5^{\circ}$ ,高出河床 $0.5\sim 1.0$  m;其具二元结构,表层为砂质黏土层,下部为砾石层,为砂金的主要赋存层位。

I级堆积阶地:沿燕子河河谷两侧不连续、不对称地分布,一般长 $50\sim 380$  m,宽 $10\sim 60$  m,坡角 $7^{\circ}$ ,阶面不平坦,倾向河谷及下游。

II、III、IV、V侵蚀-堆积阶地:分布于燕子河河谷两侧,不连续、不对称地分布,一般长 $50\sim 665$  m,宽 $10\sim 60$  m,前缘底部为基岩,上部被残坡积物或黄土层覆盖。

## 3.2 第四纪地质

### 3.2.1 第四纪地质

第四纪沉积物主要沿燕子河谷底、谷坡及其两侧阶地分布。

更新统冲积层:构成II、III、IV、V阶地,岩性为黄褐色、灰黑色砂砾层,砾石成分有砂岩、板岩、花岗岩、石英脉等,砾径为 $2\sim 100$  mm,圆-半圆,分选差,含量为 $60\%\sim 90\%$ ;砂成分为长石、石英、白云母等,含量为 $10\%\sim 40\%$ ,钙质胶结成团块状。II阶地在柯寨村东,Au品位为 $0.00653\sim 0.16966$  g/m<sup>3</sup>;III阶地在崖湾坪上村东支沟中,Au品位为 $0.0043\sim 0.01120$  g/m<sup>3</sup>;IV阶地 Au品位为 $0.00215$  g/m<sup>3</sup>;

V阶地 Au 品位为  $0.0043 \sim 0.0457 \text{ g/m}^3$ 。

更新统黄土层:呈披毡式分布于燕子河河谷两侧的谷坡。土黄色,具垂直节理,大孔结构,土质均一,含少量的钙质结核,厚 25 m。

全新统下部冲积层:构成 I 级阶地,由上至下分为 3 层:上部黄褐色砂砾层,砾石成分为砂岩、板岩、花岗岩等,砾径一般为  $20 \sim 100 \text{ mm}$ ,含量为 60%;砂成分为长石、石英,中-细粒,含量为 40%。该层铁质、锰质淋滤较严重,砾石表面呈黑褐色。中部灰褐色中粗砂层,砂成分为长石石英,具水平及斜层理,具锰质淋滤条带。下部灰褐色砂砾层,砾石成分为砂岩、花岗岩,砾径为  $1 \sim 30 \text{ mm}$ ,含量为 60%;砂成分为长石、石英、岩屑,中-细粒,含量为 40%。

在中川西侧及磨沟底北侧 Au 品位为  $0.0060 \sim 0.01987 \text{ g/m}^3$ 。

全新统冲洪积层:分布于燕子河河谷支沟出口处,尤以右岸最为发育,左岸发育甚少,岩性为灰色,灰黑色黏土碎石层,碎石成分为支沟两侧基岩的碎块,该层一般覆于冲积层之上,厚度为  $0.5 \sim 7.55 \text{ m}$ 。

全新统残坡积层:分布于燕子河河谷两侧的谷坡及沟溪旁,岩性为灰色、土黄色、灰黑色碎石黏土层或黏土层,碎石为谷坡的基岩碎块,黏土为次生黄土,部分腐植土,厚  $0.3 \sim 0.5 \text{ m}$ 。

全新统上部冲积层:广泛分布于燕子河河谷中,包括河漫滩沉积、河床沉积。

河漫滩沉积:河漫滩呈带状沿现代河床沉积物两侧分布,连续性较好,其宽度一般为 200 m 左右。上部为土黄色砂质黏土层,下部为浅灰色砂质砾石层,砾石成分为砂岩、板岩、花岗岩、闪长岩、砾岩及石英脉等,砾径为  $2 \sim 100 \text{ mm}$ ,占砾石总量的 65.94%;砾径为  $100 \sim 300 \text{ mm}$ ,占 22.88%;大于或等于  $300 \text{ mm}$ ,占 9%。上游粗,下游细。在横向上,砾石的砾径向河床方向速增,向两侧递减,该层为主要赋矿层。

河床沉积:包括河床、心滩和边滩。河心滩极不发育,规模很小,一般长 100 m,宽  $30 \sim 80 \text{ m}$ ;边滩不太发育,呈条带状断续分布于现代河床两侧,宽度 50 m,岩性为灰色、浅土黄色砂砾层、砾砂层;砾石成分为砂岩、板岩、花岗岩、砾岩、石英脉等;砾石占混合砂层的 79.10%,其中以  $2 \sim 100 \text{ mm}$  为主,占

砾石总量的 65.94%; $100 \sim 500 \text{ mm}$  占 22.88%;大于或等于  $300 \text{ mm}$  的占 3.1%。在纵向上,全区砾石砾径上游粗、下游细;在横向上,砾石砾径以现代河床为中心向两边递减,该层为主要赋矿层,与河漫滩呈过渡关系。

### 3.2.2 分布规律

更新统冲积层以河流阶地的形式呈不对称分布在河谷两侧,呈长条状不连续分布,多为侵蚀-基座阶地。其上广布农田及房屋,非主要赋矿地貌单元。更新统黄土层呈披毡式分布于燕子河河谷两侧的谷坡。全新统冲洪积层残坡积层分布在谷坡及沟溪旁更新统冲积层之上。全新统上部冲积层河漫滩沉积和河床沉积在基岩之上,河床为曲流型河床,位于河谷中心,以侧蚀和堆积作用为主,边滩较发育。受季节性洪水影响,在河漫滩发育地段,河床经常改道。河床为主要赋矿地貌单元。河漫滩一般在河床堆积岸一侧呈月牙形或不规则的长条状,高出平水期水面  $0 \sim 3 \text{ m}$ ,主要由砂、砾石堆积,常被洪水淹没。河漫滩为主要赋矿地貌单元,与河床呈渐变过渡关系。

### 3.2.3 地壳升降变化规律

该区第四纪以来,地壳主要以上升为主,更新统至少经历 4 次上升运动,形成 II、III、IV、V 阶地,全新统至少经历一次上升运动,形成 I 级阶地。

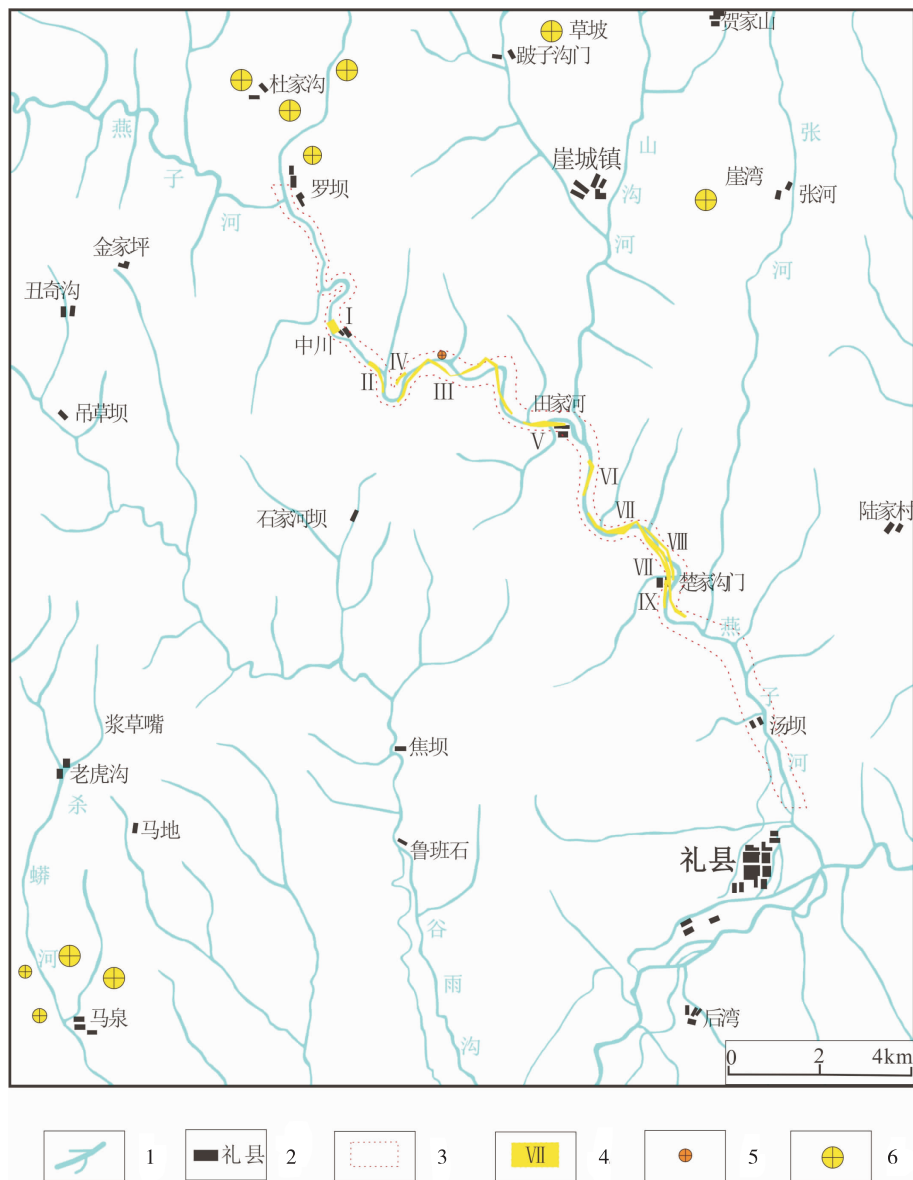
## 4 矿床地质

### 4.1 矿体特征

#### 4.1.1 矿体分布、形态及产状

田家河砂金矿床产于第四系全新统河床相及河漫滩相中,成因类型属河流冲积型,形态类型属河床、河漫滩型,矿区总的延伸为北北西-南南东向,呈带状沿现代河床或河漫滩展布。由于受河谷底部地貌的控制,矿体多与河床或河漫滩斜交,砂金矿体严格受河床相和河漫滩相砂砾石层控制,砂金主要富集在砂砾石层的下部或底部,而河谷两侧的坡脚下、支沟内及沟口处的洪坡积层中含 Au 甚微。矿体形态较简单、规则,层位较稳定,呈近水平状产出,微向下游倾斜,成矿时代为第四纪全新世。

矿体在平面上呈窄条带状,在不同地段由于受砂金物质来源和地貌条件的制约,局部有膨胀、收缩、分支和复合现象(图 3)。



1. 河流; 2. 地名; 3. 砂金矿分布范围; 4. 砂金矿体位置及编号; 5. 岩金矿点; 6. 岩金矿床

图3 田家河一带河流及砂金矿体分布范围图

Fig. 3 Distribution of rivers and placer gold deposits in Tianjiahe area

含矿层由含砂、砾黏土层(或砂层)、砂砾层或砂质砾石层组成。

(1)含砂、砾黏土(或砂质黏土)层:属松散的非黏性土岩。由非黏性砂、亚黏土、亚砂土组成,砂中含有小卵石、碎石,出露于河谷中河漫滩的表层,一般不含 Au,含泥量较高。

(2)砂砾层或砂质砾石层:为主要含矿层,分布于河床及低河漫滩,结构松散未胶结。由黏土、砂充填的土岩类。据浅井资料统计(体积百分比):砾石含量为 79.10%,砂为 19.26%,泥为 1.64%。大于

及等于 350 mm 的砾石为 7.18%,占砾石总量的 9.08%;大于或等于 100 mm 的砾石占砾石总量的 34.0%。砾石成分主要由板岩、砂岩、花岗岩、灰岩、脉石英组成,为半圆状-半棱角状。含矿层中含泥量低,砾石含量偏高,无腐植土层及树根。为易洗,易采矿石类型。

矿层顶板为河漫滩的含砂、砾或砂质黏土层及河床相的砂砾层。矿层顶板近于水平,微向下游倾斜。主要矿体纵向坡降为:Ⅱ号矿体为 11.7%,Ⅲ号矿体为 6.7%,Ⅴ号矿体为 0.03%,Ⅵ号矿体为



4.8‰,Ⅶ矿体为7.0‰。

4.1.2 矿体规模、品位及其变化

在矿区共圈定砂金矿体9条,总长14 866 m,单个矿体长度为277~4 789 m,平均宽度为38~159 m,厚度为4.59~14.79 m,平均厚度为9.09 m,厚度变化系数为48%,品位为0.081 1~0.875 9 g/m<sup>3</sup>,平均品位为0.295 7 g/m<sup>3</sup>,品位变化系数为176%。矿体品位在纵向上变化较大,无规律,多呈高低跳跃式变化(图4),垂向上砂砾层上部贫下部较富(图5)。

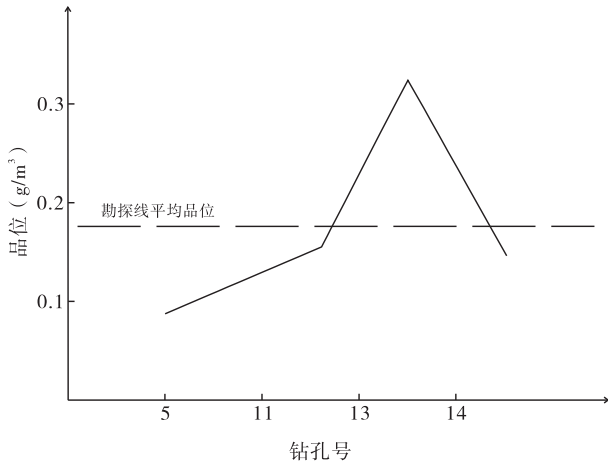


图4 758线钻孔品位变化曲线图

Fig. 4 Grade change curve of 758 line drilling

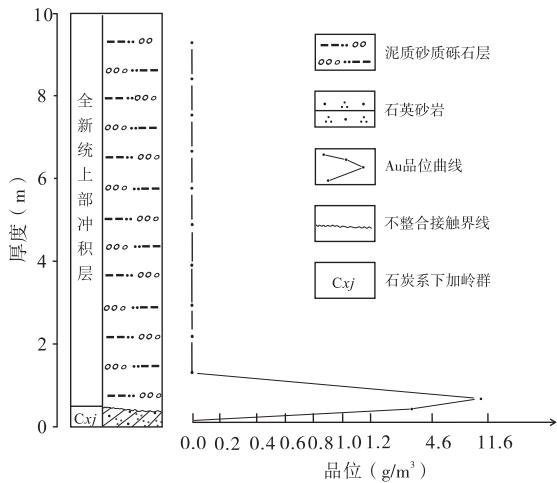


图5 砂金品位垂向变化曲线图

Fig. 5 Grade vertical change curve of placer gold

砂金矿体厚度大和品位高的地段多在河流拐弯处、河谷由宽变窄或由窄变宽处、河谷与支沟交汇处、谷底坡降由陡变缓等微地貌处。如1007线、701线、709线、708线、731线等。矿区主要有山沟河、

张河、村家沟3条近南北向支沟,并且每条支沟均有岩金矿床分布。同时,在支沟中,20世纪90年代民采活动频繁。

区内砂金矿床是在特定的地质背景和地质历史发展到一定进程,在内外地质营力作用下,即燕子河汇水盆地范围内已形成的岩金矿或金矿化蚀变带,在以上升为主的新构造运动作用下,由地壳一定部位逐渐向上转化,最后暴露到地表,遭受物理、化学及生物化学等风化作用,使砂金物源中的自然金以机械的方式解离出来,或以化学及生物化学的方式进行迁移,形成大粒金或块金赋存在矿床氧化带及残积层中,这种过程对砂金矿的物源而言属于改造作用。通过上述方式形成的碎屑状金或含有大粒金或块金的矿床氧化带及残积层进一步风化剥蚀,由重力、泥石流、片流和河流等搬运介质带到谷底,经进一步搬运、分选和沉积形成砂金矿。

4.2 矿石特征

4.2.1 混合砂层

具松散结构,层状构造,无胶结层。包括2部分:顶部为含砂、含砾黏土层或砂质黏土层,基本上不含Au或微含Au;下部多为含泥质砂砾层、泥质砂质砾石层,厚度一般为5~12 m,砂金主要富集于本层的下部和底部。

矿石主要由砾石、砂、泥质(黏土),次为重矿物及金粒组成。重矿物主要有赤铁矿、褐铁矿、磁铁矿、黄铁矿、石榴子石、锆石、金红石等20余种,伴生重矿物含量甚微,无综合开采利用价值。

4.2.2 自然金

砂金的颜色以金黄色为主,次为铜黄色、浅黄色,具金属光泽,金粒形态以粒状、片状、板状为主,次为不规则状、树枝状;粒度以0.1~0.3 mm和小于0.1 mm粒度级为主;金粒度在纵向上变化规律不明显,垂向上自上而下增大;金粒表面多粗糙,凹凸不平,个别呈卷曲状,其表面有氧化铁斑点,金粒边缘多有棱角,呈锯齿状、港湾状,少数金粒表面有擦痕,边缘磨圆度较好,部分金粒见有石英包体或连生体。

4.2.3 自然金的化学成分

Au为82.6%~88.1%,Ag为11.5%~13.6%,杂质为0.4%~3.8%。其自然金成色平均为872%,自然金的比重为17.5,矿区的砂金为含银自然金。

4.3 成矿控制因素

4.3.1 成矿物质来源

田家河砂金矿床主要物质来源有:①上游出露

的中泥盆统舒家坝群、中石炭统的下加岭群、新近系及第四系更新统、全新统各级阶地中普遍含 Au, 并高出地球克拉克值几十至百倍。其中, 中泥盆统舒家坝群碎屑岩金背景值为  $4.72 \times 10^{-9}$ , 为砂金矿的形成提供了较丰富的物质来源。②矿区上游的李坝岩金矿床及崖湾一带岩金矿(化)点为砂金矿形成的直接来源。③矿区及其上游含 Au 石英脉及构造破碎带。破碎带中也充填有规模不等的石英脉, 石英中普遍含 Au, 有的高达  $1 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-6}$ , 是形成砂金矿的直接来源。④燕子河两侧支沟, 特别是北测支沟, 广泛发育洪积物, 如山沟河和张河等, 每条支沟均有岩金矿床分布。同时, 在支沟中, 20 世纪 90 年代民采活动频繁。

#### 4.3.2 构造及地貌因素

矿区位于西礼盆地的北部边缘, 处于东西向构造与北西向构造的复合部位, 褶皱、断裂发育, 岩石破碎。该区自更新世以来, 地壳周期性上升高度达 600 余米, 给含 Au 地质体的风化、剥蚀创造了有利的地形条件。该时期内气候具干冷与温

湿变化的特点, 一方面影响着岩石的化学风化与物理风化的程度; 另一方面制约着水量、水质和水动力条件。自中更新世—全新世时期, 本区形成了 I—V 级阶地。全新世开始, 地壳上升幅度极小, 河流侧蚀作用增强, 使含 Au 地质体和各级阶地的剥蚀物被搬运、分选, 并在谷底堆积形成田家河砂金矿。

#### 4.4 砂金富集规律

田家河砂金富集主要有以下部位(图 6): ①河流拐弯处, 因流速减慢, 砂金往往于内弯处多富集成矿(1007 线、709 线)。②河谷由宽变窄或由窄变宽的关门、开门的前缘开阔地段, 砂金往往富集, 矿体亦多变宽变富(708 线、701 线)。在这些地段河水流速变缓, 便于被搬运物质和金粒沉积。③谷底坡降由陡变缓, 或基底起伏不平之凹部, 或基底呈波状起伏, 并在基底由低变高的缓坡上、凹坑处富集(731 线、701 线)。④纵向上, 上游较富下游较贫, 主要与砂金的补给源有关。⑤垂向上, 砂金多富集于底板面以上 2~3 m 的砂砾层的下部和底部。

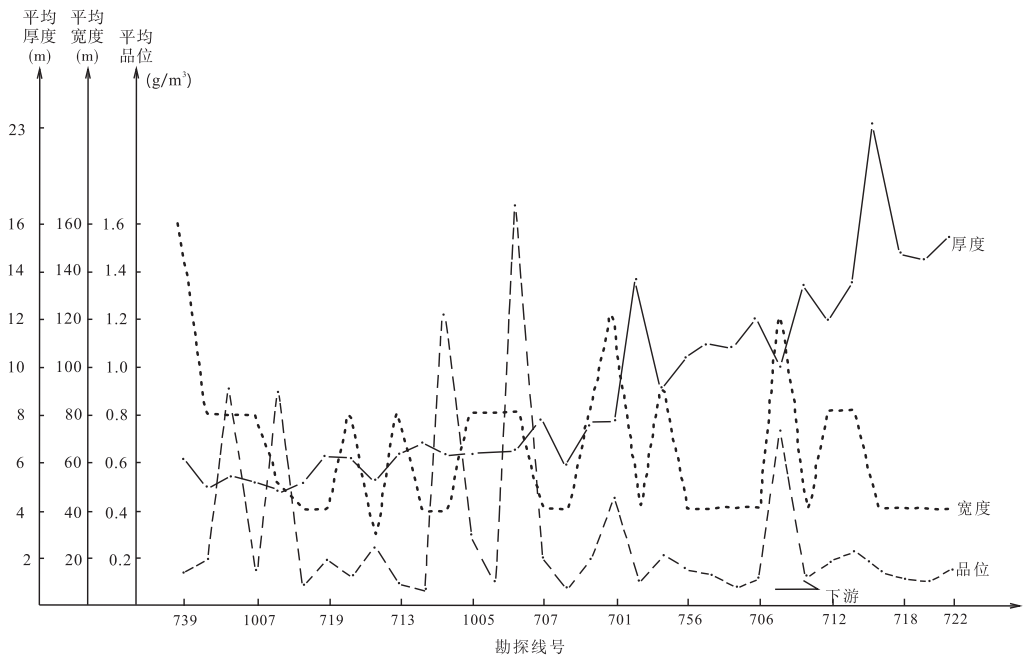


图 6 矿体品位与厚度、宽度纵向变化曲线图

Fig. 6 Vertical change curve of the grade, thickness and width of orebody

#### 4.5 砂金补给方向及搬运距离

田家河砂金矿砂金供给方向是上源和侧源同时供给, 以侧源供给为主。

上源补给: 砂金来源于矿区以北原生金矿床及

含 Au 地质体、原生金矿床至矿区北端, 其距离 2 km 左右, 金矿床 Au 含量一般为  $3 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$ 。

侧源补给: 其物源主要来自燕子河中川—田家河段北东侧各支沟(山沟河和张河), 这些支沟切割



含 Au 的中石炭统及破碎带,这些支沟均短小,其次,矿区内燕子河谷两侧分布的 1—V 级阶地均不同程度的含 Au,其对矿的形成起到一定叠加作用。

砂金的搬运距离较短。

#### 4.6 砂金矿成矿规律及找矿预测

田家河砂金矿矿体分布受河谷底部地貌的控制,矿体形态较简单、规则,层位较稳定。

田家河砂金矿砂金的富集程度与物质来源密切相关,其砂金物质来源丰富且搬运距离短,据统计,最佳成矿地段距物源 2~10 km。田家河砂金矿砂金易在河道变化处富集。田家河砂金矿砂金在纵向上易在上游富集,在垂向上,易富集在砂砾层的下部及底部。

结合田家河砂金矿成矿规律,将该区域具有相似地质特征的地区进行对比研究,以期在该区域找到相似类型的砂金矿床。

#### 4.7 砂金矿成矿模式

依据该矿床矿体特征、成矿作用、赋矿层位、赋存部位、成矿时代、成因类型、成矿环境等综合分析,推测其成矿过程为中秦岭造山带形成之后,该区域由沉积区转为剥蚀区。

由于区域侵蚀基准面下降,田家河一带地面相对上升,在温暖潮湿的条件下,河谷不断进行垂向加深和侧向侵蚀,强烈的风化剥蚀作用(物理、化学风化)使得大量的成矿物质被搬运到谷底,由地表水经短途搬运,在燕子河河谷中有利的成矿部位沉积成矿,形成沉积型砂金矿床。

## 5 结论

田家河砂金矿床产于第四系全新统河床相及河漫滩相中,成因类型属河流冲积型,形态类型属河床、河漫滩型,为一小型冲积型砂金矿,矿体呈北北西—南南东向,沿现代河床或河漫滩展布。矿体多与河床或河漫滩斜交,矿体形态较简单、规则,层位较稳定,呈近水平状产出,微向下游倾斜。矿体在平面上呈窄条带状,在不同地段由于受砂金物质来源和地貌条件的制约,局部有膨胀、收缩、分支和复合现象。全新世开始,地壳上升幅度极小,河流侧蚀作用增强,使含 Au 地质体和各级阶地的剥蚀物被搬运、分选,并在谷底堆积形成田家河砂金矿。该砂金矿的找矿标志和找矿模式可以指导相邻地区,如杀

蟒河、谷雨沟及西汉河其他支流寻找相似类型的砂金矿床。

## 参考文献(References):

- 殷先明. 甘肃岩金矿床地质[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,2000.
- YIN Xianming. Geology of Yanjin gold deposit in Gansu Province[M]. Lanzhou: Gansu science and Technology Press,2000.
- 张翔. 甘肃西秦岭金矿成矿与找矿研究[M]. 北京:地质出版社,2017.
- ZHANG Xiang. Study on gold mineralization and prospecting in West Qinling, Gansu Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2017.
- 张新虎. 甘肃省区域成矿及找矿[M]. 北京:地质出版社,2013.
- ZHANG Xihu. Regional mineralization and prospecting in Gansu Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2013.
- 徐恩寿. 砂金矿勘查工作手册[M]. 北京:原子能出版社,1988.
- XU Enshou. Handbook of gold placer exploration[M]. Beijing: Atomic Energy Press,1988.
- 徐学义,李婷,陈隽璐,等. 西秦岭西段花岗岩浆作用与成矿[J]. 西北地质,2012,45(04):76-82.
- XU Xueyi, LI Ting, CHEN Junlu. et al. The Granitoids Magmatism and Mineralization in West Section of the Western Qinling, NW China[J]. Northwestern Geology, 2012, 45(04): 76-82
- 陈云中. 陇南地区区域砂金成矿特点及找矿方向[J]. 西北地质,1990,23(01):39-42.
- CHEN Yunzhong. Metallogenic characteristics and prospecting direction of regional placer gold in Longnan area [J]. Northwestern Geology, 1990,23(01):39-42.
- 陈继明. 中国砂金矿床的类型和成矿规律[J]. 地质与勘探,1988(03):3-9.
- CHEN Jiming, Types and metallogenic regularity of placer gold deposits in China[J]. Geology and Exploration. 1988(03):3-9.
- 杨根生,陈彦文,胡晓隆,等. 甘肃礼县杜沟金矿床地质地球化学特征及成因分析[J]. 西北地质,2007,40(03):75-84.
- YANG Gensheng, CHEN Yanwen, HU Xiaolong, et al. Geological-Geochemical Features and Genesis of Dugou Gold Deposit of Li County, Gansu Province[J]. Northwestern Geology, 2007,40(03):75-84.