

甘肃省武山县竹子沟金矿地质特征及找矿模型探讨

胡晓隆,张仲礼,杨礼敬,李江龙

(甘肃省地矿局第一地质矿产勘查院)

摘要:论述了竹子沟金矿床的地质特征,初步总结了适合本区找矿的地质—地球化学找矿模型,通过与邻区的对比,综合分析认为该区找金潜力较大,并指出了温家沟等数处有进一步工作价值的找矿靶区。

关键词:金矿地质特征;地质—地球化学找矿模型;找矿方向;武山县竹子沟

中图分类号:P618.51 文献标识码:B 文章编号:1001-1277(2004)02-0004-04

竹子沟金矿自1998年发现以来,经过3年的地质普查及现场堆浸实验工作,初步认为该矿是一个极具开发价值的中型金矿床。笔者着重从竹子沟金矿的地质特征入手,建立了该区地质—地球化学找矿模型,综合分析认为竹子沟—马坞一带找金潜力较大,并指出了具体的找矿方向。

1 区域地质背景

竹子沟金矿位于西秦岭中带华力西造山带西段,李坝—花崖沟金及多金属成矿亚带的西部。

区内自加里东运动以来是长期构造活动的北西向海槽,接受了一套浅海相碎屑岩、碳酸盐岩建造。三叠系末的印支运动使地槽回返,地层发生强烈褶皱,形成了北西向展布的以马坞复式背斜为骨架的构造主体,同时伴有大规模的酸性—中酸性岩浆侵入活动。主要出露地层为泥盆系和石炭系、二叠系地层。断裂构造以北西向为主,东西向和北东向次之。北西向构造为主要的控矿构造。

区内矿产有金和铁、铜、钼、铅锌等,以金为主,主

要分布于吴茶坝岩体和教场坝岩体外接触带上,以李坝金矿、马泉金矿、锁龙金矿为代表。

2 矿区地质特征

普查区位于马坞—酒店复背斜的北西端,为李坝级金成矿远景区(图1)。

2.1 地层

矿区主要出露地层为中泥盆统舒家坝群何家店组(D₂h)、黑沟组(D₂hg)地层,次为白垩系车拉组(K₁c)及第四系地层。

区内主要的含矿层为中泥盆统舒家坝群何家店组第一岩段(D₂h¹),分布于朱家山—明珠山一带,其岩性为灰绿色粉砂质板岩、灰褐色绢云石英千枚状板岩、斑点状板岩、斑点状变石英砂岩夹薄层灰岩等。

2.2 构造

矿区位于马坞复背斜的东北翼。总体构造呈北西向。

区内主要的褶皱构造为朱家山—明珠山向斜,由何家店组第一岩性段中的两个岩性层组成,轴向北西

收稿日期:2002-09-16

作者简介:胡晓隆(1965-),男,副总工程师,高级工程师,主要从事地质勘探与找矿工作;甘肃省天水市北道区花牛路31号,741020

Strengthening mine's beneficial audit, improving enterprise management

Bao Haiwen

(China Gold Group Corporation)

Abstract: The audit of economic benefit is different from both government audit and social audit. It is the internal audit of enterprise management and administering. In a sense, beneficial audit is a diagnosis of the management and administrative level of an enterprise. In view of the gold mine's particularity, the emphases of internal audit work of an enterprise should be placed on tapping latent power, strengthening cost accounting and perfecting interior administrative mechanism. The gold mine's beneficial audit should start with reasonableness of the professional management and the product's cost accounting besides the reality of the economic benefit earned from fixed assets and long-term investments, and then make follow-up business accounting and analyses of the problems existed in the management and administrative work.

Key words: gold; mine; enterprise administering; economic benefit; audit

(编辑:张莲荣)

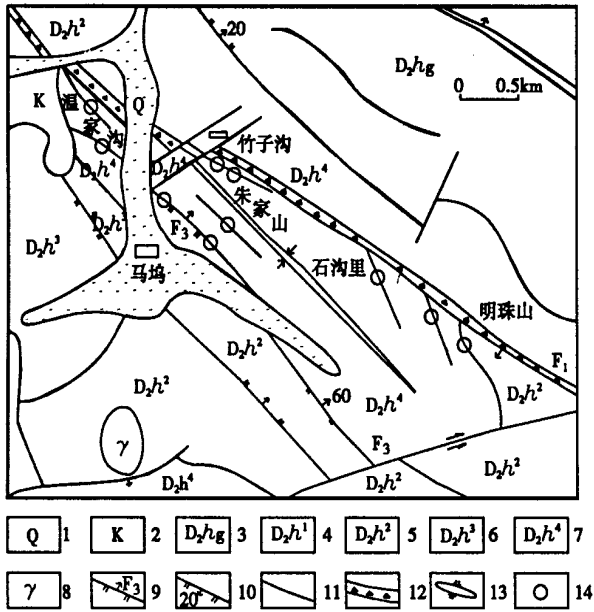


图 1 竹子沟金矿地质构造略图

- 1—第四系残坡积物 2—白垩系砂砾岩 3—中泥盆统黑沟组砂岩
- 4—中泥盆统黑湾里组四岩段千枚岩 5—三岩段变石英砂岩
- 6—二岩段粉砂质板岩 7—岩段灰岩夹板岩 8—花岗岩
- 9—逆断层及编号 10—正断层及编号 11—性质不明断层
- 12—断层破碎带 13—向斜轴 14—金矿点

向。核部为其第二层 (D_2h^{1-2}), 岩性为灰岩, 两翼为第一层 (D_2h^{1-1}), 岩性主要为板岩夹粉砂岩。褶皱延长大于 5km, 宽 1.5~2.0km。矿体主要分布于该向斜内部的北西向断裂带内。

2.3 岩浆岩

区内岩浆活动较弱, 仅在个别地方见有花岗岩、花岗岩斑岩脉、闪长岩脉、石英—方解石脉等。一般宽 1~5m, 长 30~500m, 顺层或沿断裂贯入, 其金含量一般小于 0.1×10^{-6} , 个别达 0.6×10^{-6} 。

2.4 围岩蚀变

该区围岩蚀变以中—低温热液蚀变为特征, 蚀变强度与金矿化强度呈正相关关系。蚀变类型主要有硅化、绢云母化、黄铁矿化; 次为碳酸盐化、绿泥石化、毒砂化、方铅矿化, 次生蚀变有高岭土化、褐铁矿化等。蚀变常沿断裂构造呈浸染状、脉状进行迭加交代和充填改造原岩, 并伴随着构造活动形成了不同程度的蚀变构造角砾岩和蚀变碎裂岩, 与金矿的形成密切相关。

2.4.1 硅化

硅化是区内重要的近矿围岩蚀变之一, 蚀变大致可分为两期, 早期硅化表现为半自形粒状石英, 石英粒度小, 一般小于 0.1mm, 后期由于遭受构造挤压, 受应力作用石英颗粒产生裂纹或重结晶。早期硅化与金矿化成正相关关系, 晚期硅化石英呈细脉状, 与金矿化关系小。

2.4.2 绢云母化

绢云母主要呈细纤维状, 分布无方向性, 为泥质结晶产物。蚀变强烈时表现为岩石颜色变浅, 故亦称“褪色”蚀变, 与金矿化关系密切, 是肉眼区分矿体与围岩的重要标志。

2.4.3 黄铁矿化

黄铁矿化伴随着硅化从早期硅化阶段就开始出现。早期形成的黄铁矿粒度小, 肉眼不易看到, 呈浸染状分布于硅化岩石中, 表生氧化后可看到铁染现象, 与金矿化关系密切。晚期黄铁矿化形成立方晶体, 粒度 0.5~1mm, 呈浸染状分布, 地表氧化为褐铁矿, 仅具立方体假象, 与金矿关系不大。

2.4.4 蚀变分带

蚀变总体从远矿到近矿可大致划分 3 个带, 即外带碳酸盐化带, 形成铁白云石, 方解石、重晶石等的斑点, 表现为斑点状构造; 中带为绢云母化带, 主要以绢云母化、硅化、黄铁矿化为主, 斑点初步被黄铁矿、石英等交代; 内带为硅化、黄铁矿化带, 蚀变进一步加强, 斑点完全被石英、黄铁矿等交代, 并伴随着金矿化, 形成金矿体^[1]。

2.5 异常特征

竹子沟金矿位于马坞—酒店 1:20 万化探 Au、As、Sb、Ag、Pb 综合异常的北西端, 经 1:5 万水系沉积物测量检查, 异常重现性好, 并在马坞一带作了约 20km² 的 1:1 万土壤测量, 共圈定土壤 Au 异常 20 个, Au-Ag 组合异常 3 个。

矿区内土壤 Au 异常面积 0.1~0.9km², 强度高, 一般为 $30 \times 10^{-9} \sim 134 \times 10^{-9}$, 峰值 2414×10^{-9} , 大部分异常与已知矿(化)体吻合度高, 为直接的找矿标志。其中 Au1、Au10、Au12、Au17、Au20 等异常内已发现有金矿体, 通过综合分析对比, 初步认为 Au6、Au7、Au11、Au14、Au16 等异常内应加强工作, 以期发现新矿体。

3 矿体特征

3.1 矿体分布规律

区内矿体主要分布于 F_1 大断裂及 F_3 断裂之间的何家店组地层中。受朱家山—明珠山向斜控制, 矿体产于与向斜轴近于平行的北西向压扭性断裂及次一级张性断裂带内, 最易成矿部位为灰岩与板岩交界断裂带。

3.2 矿体特征

目前矿区已发现数十个金矿体, 矿体长一般 45~200m, 厚 1.3~5.5m, 金品位一般 $1.0 \times 10^{-6} \sim 5.9 \times 10^{-6}$, 矿床平均品位 3.34×10^{-6} 。矿区规模最大的矿体为朱家山矿段的 4 矿体, 其受一条产状为



210° 80' 的断裂破碎带控制。矿体长大于 150m, 厚度 1.74~5.0m, 品位 $1.84 \times 10^{-6} \sim 5.11 \times 10^{-6}$, 单样最高 18×10^{-6} 。矿体北西侧发育一组与主构造呈小角度斜交的小型张性断裂, 内部充填有小的金矿体, 总体矿体形态为羽毛状矿脉(图 2)。目前控制矿体深度 40m。矿体顶底板岩石均为灰岩。

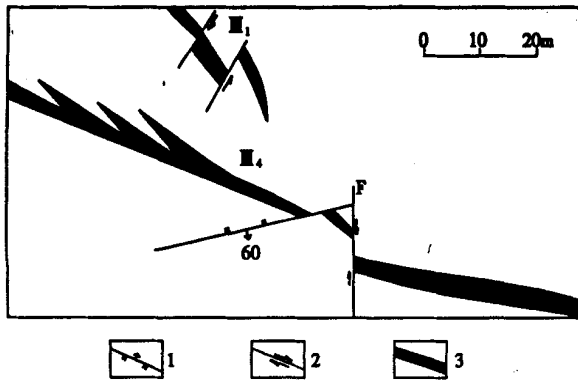


图 2 矿体形态示意图

1—逆断层 2—平移断层 3—矿体编号

3.3 矿石质量

3.3.1 矿石成分

矿石中金属矿物主要有褐铁矿, 次为赤铁矿、方铅矿、毒砂、磁黄铁矿、闪锌矿、黄钾铁矾等; 脉石矿物主要为石英、绢云母, 次为碳酸盐矿物、长石、绿泥石、高岭土等。矿物组合为中低温矿物组合。

从矿石多元素分析结果表中可以看到矿石中伴生有益组分为 Ag, 可综合回收, 有害元素 Cu、Pb、Zn、Sb 等含量甚微, 只有 As 元素含量稍高, 但不致于明显影响氰化浸出。

表 1 矿石多元素分析结果表 %

元素	Ag*	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Au*
含量	9.35	0.02	0.04	0.025	0.58	0.09	4.66

注: $w(\text{Au}, \text{Ag}) / 10^{-6}$

3.3.2 矿石结构构造

矿石结构主要有半自形粒状结构, 包含结构、嵌晶结构、交代结构、环带结构及碎裂结构。

矿石构造主要有浸染状、斑点状构造, 次为脉状、条纹—条带状、角砾状构造等。

浸染状构造: 褐铁矿等呈稀疏浸染状分布。

斑点状构造: 微细粒黄铁矿(褐铁矿)聚集交代铁白云石、石英斑点形成。

脉状—网脉状构造: 由金属矿物沿裂隙节理、劈理充填而成。

角砾状构造: 角砾为褐铁矿化板岩及脉状石英, 胶结物为碳酸盐、石英及粘土矿物。

3.3.3 矿石自然类型

主要为含金褐铁矿化硅化碎裂岩型, 局部可见有少量石英脉型金矿石。

3.3.4 矿石氧化情况

矿石地表氧化程度较高, 肉眼基本看不到金属硫化物。矿体氧化带深度还没有完全控制, 但从已开采矿体对比分析, 该处氧化深度一般大于 40m。矿区经过堆浸试验, 浸出率可达到 80% 以上, 综合回收率达 70%, 效果较佳。

4 竹子沟一带金矿地质—地球化学找矿模型

4.1 地质找矿模型

4.1.1 构造

矿体大部分位于 F_1 区域性大断裂西南侧。 F_1 为导矿构造。矿体受 F_1 派生的次级断裂破碎带控制, 与 F_1 呈小角度斜交。一般品位高、规模大的矿体往往赋存于压性断裂与张性断裂交汇部位及产状变化处。

4.1.2 地层

矿体主要分布于中泥盆统舒家坝群何家店组第一岩段($D_2 h^1$)内, 赋矿地层中有利岩性主要为粉砂质斑点状板岩、次为灰岩夹斑点状粉砂岩。

4.1.3 蚀变

“褪色”蚀变是最明显的找矿标志, 其蚀变类型主要为绢云母化、黄铁矿化、毒砂化、碳酸盐化、硅化。

4.2 地球化学找矿模型

4.2.1 构造地球化学障模型

矿区的明珠山—朱家山向斜是一个向北东倾伏的南西宽、北东窄的舌状构造体, F_1 、 F_3 压扭性断裂平行分布于向斜两翼, 断裂带内分布的大量泥质物阻挡着热液的流通, 形成了地球化学障。舌状体内地层由于地质应力作用的挤压形成了与向斜轴近于平行的大量裂隙构造带。由于地层中硅钙较高, 当含矿溶液沿构造运移到舌状构造体边部时发生封闭, 与地层发生交代作用, 并进一步萃取围岩的成矿物质, 由于地层的中和作用, 在弱还原环境下成矿元素发生构造地球化学沉淀作用, 在 F_1 与 F_3 断裂控制的区域内的次级断裂中形成金矿体。

4.2.2 水系沉积物异常模型

以 Au、As 为主的 Au、As、Ag、Pb 组合异常出现, 并且 Au、As 异常面积大, 强度高, 异常浓集中心明显, 元素组合分带清晰。马坞异常当属该类异常。

4.2.3 土壤异常模型

(1) 以 Au 为主, 伴生 Ag、As 的综合异常, 尤其是 Au 异常面积大, 强度高, 吻合性好的异常是找金的最直接标志。例如竹子沟矿区较好矿体均位于 Au、Ag、As 综合异常内。

(2) Au 异常内, Au 大于 1×10^{-6} 的高值点是寻找金矿体的直接标志。例如竹子沟₃矿体就是检查土壤样品中的高值时发现的。

4.2.4 原生晕找矿模型

(1) 盲矿体上方基岩中 As、Sb、Ag、Pb 元素富集, 露头矿周围 Au、As 原生晕发育。这个规律在竹子沟东南方 3.5km 的明珠山一带反映较明显。

(2) 标型元素组合: 矿体 Au、As、Sb、Bi、Hg, 近矿围岩 Pb、Zn、Cr、Ni、Co、V, 正常围岩 Cu、Ti、Sr、Ba、Mn^[2]。

(3) 垂直分带: As—Hg—Sb—Ag—Pb—Bi—Au—Cu—Zn—Mn—Ba; 水平分带: Au—As—Sb—Ag—Co—Pb—V—Ni—Cr—Zn—Cu—Ba^[2]。

(4) 含矿断裂特征元素组合为 Au、Ag、As、Sb、Pb; 非矿断裂特征元素组合为 Cr、Mn、Ti、V。

5 竹子沟一带金资源潜力分析及找矿方向

5.1 成矿地质条件分析

5.1.1 地层

区内广泛分布的中泥盆统舒家坝群为成矿提供了丰富的物源, 证据有二。其一, 本区舒家坝群中金普遍较高, 一般为 10×10^{-9} , 而且在主要含矿岩石斑点板岩中 Au 含量更高, 一般为 15×10^{-9} , 并且具有 Au、Ag、As、Sb、Pb 组合特征; 其二, 金含量随岩石变质程度的增加而降低, 说明金在变质过程中有活化、迁移、富集的作用^[1]。

5.1.2 岩浆岩

该区位于吴茶坝岩体北部的外接触带上, 距岩体 2~7km, 属最佳的成矿距离, 有资料显示, 吴茶坝岩体 Au 平均含量 2.2×10^{-9} , 而围岩平均 2.63×10^{-9} 。由此可见, 壳熔型吴茶坝岩体在形成过程中释放出部分金, 为成矿提供了充足的物源。另外, 吴茶坝岩体周围 5km 范围内明显形成了热变质晕圈, 为成矿提供了足够的动力条件。

5.1.3 构造

该区位于马坞—酒店复背斜的北西端, 区内断裂十分发育, 主要有北西向和北东向两组。尤其在竹子沟—对窝沟大断裂南侧的断裂破碎带、节理密集带、层间破碎带十分发育, 为成矿提供了充分的运移通道及容矿空间。

5.2 与邻区对比分析

该区位于酒店—马坞综合异常西北端, 该异常东南部已发现有李坝大型金矿床及杜沟、马泉等中小型矿床, 而工作区内目前仅发现有数处金矿点。

另外, 锁龙金矿位于该区北西 20km 处, 同属岷、礼金矿成矿带, 成矿条件十分类似。矿区位置均距岩体边界 1.5~7km, 矿体均严格受断裂控制, 含矿岩石均为斑点板岩等。矿区内均圈定有 Au、Hg、Ag、As、Sb 综合异常, 其中锁龙金矿区 Au 异常面积 16km^2 , 峰值 12.5×10^{-9} , 马坞 Au 异常面积 20km^2 , 峰值 45×10^{-9} , 经过异常面积强度对比, 马坞一带找金潜力优于锁龙金矿区。目前锁龙金矿区已探明金资源数吨, 而马坞一带探明金资源不到 1t, 资源量相差悬殊。

综上所述, 马坞一带金资源潜力较大, 有进一步工作的必要。

5.3 找矿方向

根据找矿模型综合分析, 现提出以下几处进一步工作的有利地段, 以供参考。

(1) 温家沟一带的 Au 异常及矿化点检查工作, 重点查明该区金矿(化)体的氧化淋失深度, 寻找工业矿体。

(2) 石沟里及明珠山一带的矿体或异常可做深部工程验证, 初步预测深部可能有盲矿体。

(3) 半坡里、杨家庄金异常应做进一步检查工作。

(4) 烂泥滩铜矿点可做进一步评价工作。

[参考文献]

- [1] 蔡蕴华, 李万华. 西秦岭泥盆系岩石中斑点状构造与金矿化[J]. 黄金, 1991. 12(5).
- [2] 高珍权. 李坝金矿床地球化学特征及成因探讨[J]. 甘肃地质学报, 1999. 8(增刊).

The geologic features and ore-finding model of Zhuzigou gold deposit of Wushan County, Gansu Province

Hu Xiaolong, Zhang Zhongli, Yang Lijing, Li Jianglong

(The 1st Research Institute of Geological Prospecting, Gansu Geologic Prospecting Bureau)

Abstract: The geologic features of Zhuzigou gold deposit are described, the geologic-geochemical ore-finding model suitable for this area is initially summarized. Through comparisons with adjacent areas and analysis, this place is considered as an area provided with greater latent power for ore-finding and a few places including Wenjiagou are considered as valued target areas for further ore-finding.

Key words: geologic feature of gold deposit; geologic-geochemical ore-finding model; ore-finding orientation; Zhuzigou of Wushan County

(编辑: 宿晓静)