

沈阳地质矿产研究所编

中国金矿主要类型找矿方向

与找矿方法文集

第二辑



地质出版社

56.57121
3474
2

中国金矿主要类型找矿方向 与找矿方法文集

第二辑

沈阳地质矿产研究所 编

地质出版社

·北京·

001407

(京)新登字085号

内 容 提 要

“中国金矿主要类型找矿方向与找矿方法”科研项目的成果分地质专报和文集两个系列陆续出版。文集包括3辑,本书为第2辑。

本书由6篇文章组成。作者以大量实际资料为基础,论述了秦岭西部微细金矿、川西白玉-木里地区岩金矿、辽北和五台地区金矿、辽东辽河群金矿、安徽沿江地区砂卡岩型金矿和长江中下游铁帽型金矿等各类金矿床的区域地质背景、地球化学特征、成矿条件和成矿规律,指出了找矿方向。对某些类型金矿床还列出了成矿模式。

本书内容丰富,资料翔实,图文并茂,反映了“七五”金矿科技攻关取得的新进展、新成果。

本书可供从事相关专业的地质勘查、科研部门的科技人员及大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国金矿主要类型找矿方向与找矿方法文集 第二辑/沈阳地质矿产研究所 编.-北京:地质出版社,1994.8

ISBN 7-116-01645-7

I.中…II.沈…III.①金矿床-类型-中国-文集②金矿床-找矿方向-中国-文集 IV.P618.510.7-53

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第03488号

地质出版社出版发行

(北京和平里七区十楼 100013)

责任编辑:蒋云林

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销
开本:787×1092^{1/16} 印张:18.25 插页:2页 字数:438000

1994年8月北京第一版·1994年8月北京第一次印刷

印数:1—600册 定价:15.40元

ISBN 7-116-01645-7

P·1330

目 录

秦岭西部微细浸染金矿成矿条件李文元 姜信顺 孟繁义 具然弘	(1)
一、区域成矿地质背景.....	(1)
二、矿床基本地质特征.....	(7)
三、成矿条件.....	(19)
四、成矿作用分析.....	(34)
主要参考文献.....	(42)
图版及其说明.....	(43)
川西白玉—木里岩金成矿条件及成矿规律	
.....杨岳清 胡云中 邓 坚 王文瑛 袁 宁 郭唯明	(45)
前言.....	(45)
一、区域地质概况.....	(46)
二、区域地层中金及其它微量元素地球化学.....	(50)
三、金矿资源综述.....	(64)
四、白玉—木里一带金矿成矿条件及找矿前景.....	(103)
主要参考文献.....	(105)
辽北和五台地区金矿的地质-地球化学	
.....沈保丰 骆 辉 胡小蝶 李双保 李俊建 彭晓亮 毛德宝	(107)
一、区域地质-地球化学背景	(107)
二、金矿床类型和地质-地球化学特征	(127)
三、金矿控矿因素和成矿作用.....	(154)
主要参考文献.....	(164)
图版及其说明.....	(166)
辽东辽河群金矿成矿条件及成矿系列研究	
.....崔克英 国家辉 程德琳 唐淑兰 徐美奎 王 宏	(169)
前言.....	(169)
一、辽东辽河群地质特征.....	(170)
二、辽河群金矿成矿系列及典型矿床.....	(182)
三、金成矿带、远景区的确定.....	(197)
结束语.....	(200)
参考文献.....	(201)
安徽省沿江地区砂卡岩型金矿成矿条件和成矿规律吴言昌	(203)
前言.....	(203)
一、区域地质背景.....	(204)
二、矿床类型及代表矿床.....	(208)

三、矽卡岩及其成矿作用.....	(238)
四、金的成矿期、成矿阶段.....	(253)
五、成矿条件分析.....	(260)
六、成矿规律.....	(268)
七、结论.....	(274)
参考文献.....	(275)
长江中下游地区铁帽型金矿床(摘要).....李 瑛 贺菊瑞 孙南奎 姚仲友	(277)
一、区域地质背景.....	(277)
二、矿床地质.....	(277)
三、矿床地球化学.....	(279)
四、金的溶解沉淀实验.....	(281)
五、控矿因素及成矿模式.....	(283)
六、多层次信息找矿.....	(285)
参考文献.....	(288)

秦岭西部微细浸染金矿成矿条件

李文元 姜信顺 孟繁义 具然弘

(沈阳地质矿产研究所)

内容提要 本文是“七五”金矿科技攻关课题“秦岭西部微细浸染金矿成矿条件及成矿预测”的研究报告节要。文中论述了西秦岭微细浸染金矿成矿地质-地球化学背景、矿床特征、成矿条件及成矿机制。划分出2条金成矿亚带、2个主要赋矿层位、3类容矿岩石及高中低3个级序的控矿构造。查出区内出现过3个有利于金的初始富集时期，4个主要压应变形期。金元素活化度高，加之相应的岩石、构造及岩浆活动等，构成了本区主要成矿条件。通过对成矿作用的分析，认为其成因主要与地下热水的渗滤作用有关，同时论证了成矿物质来源、物理化学条件及其演化。

一、区域成矿地质背景

本区属秦岭山脉的西延部分，东以徽-成盆地为界，西入青海省东部，通称西秦岭。大地构造位置属秦岭褶皱系西段(图1)，通常划分为南北两个亚带。北亚带为华力西褶皱带，南亚带为印支褶皱带。本文涉及范围主要是南亚带，其主体由白龙江复背斜组成。

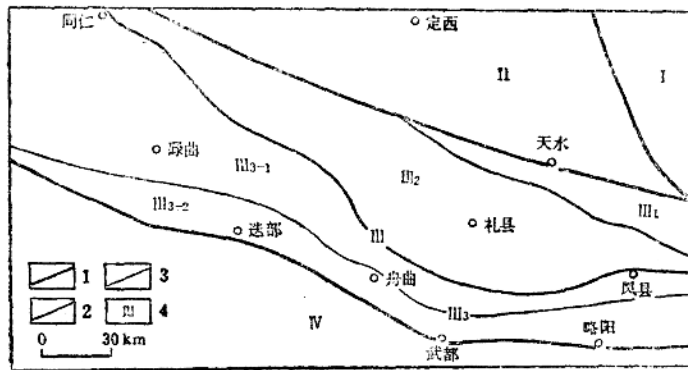


图1 研究区大地构造位置图

1—一级构造单元界线；2—二级构造单元界线；3—三级构造单元界线；4—大地构造单元代号；I—华北古地块；II—祁连褶皱系；III—秦岭褶皱系；III₁—西秦岭加里东褶皱带；III₂—西秦岭华力西褶皱带；III₃—西秦岭印支褶皱带；III₃₋₁—洮河复向斜；III₃₋₂—白龙江复背斜；IV—松潘甘孜褶皱系

(一) 区域地层

本区出露地层主要为古生界及中生界。其中以志留系为主体，组成白龙江复背斜的轴部，震旦系、寒武—奥陶系零星分布其间。两翼依次为泥盆系、石炭系、二叠系及三叠系。

1. 震旦系白依沟群 (Zby)

该群是由广义的白龙江群解体出来的一个地层单位, 出露在迭部白依沟一带, 组成白龙江复背斜的核部。这是区内已知最老的地层, 由中酸性火山碎屑岩与正常沉积岩组成, 出露厚度2 000余米。据毛裕年等^①报道, 白依沟群的Rb-Sr等时线年龄为738 Ma。

2. 寒武—奥陶系太阳顶群

该群见于拉尔玛—温泉一带, 沿白依沟群两侧呈东西向带状分布。由硅质岩、含碳硅质板岩、绢云母板岩、含碳粉砂质板岩、千枚状板岩夹透镜状白云岩等组成。

本群是区内主要赋金层位之一, 产有拉尔玛、邛莫等金矿床。

3. 志留系

该系主要沿白龙江—白水江一带分布, 总体呈北西到近东西向延伸。在西部的降扎、迭部一带产有铀矿。地层可进一步划分为:

(1) 下统迭部群 (S_1db) 下部由变质砂岩、千枚岩及板岩等组成, 局部夹灰岩。上部以砂质、碳质千枚岩(板岩)为主, 夹硅质板岩、硅质岩等。总厚2 200—3 600 m。

(2) 中统舟曲群 (S_2zh) 由砂岩、板岩、硅质岩组成的韵律沉积。厚800—1 200 m。

(3) 上统白龙江群 (S_3bl) 为砂岩、板岩、灰岩及少量硅质岩等互层。厚2 300—2 900 m。

4. 泥盆系

(1) 下统 主要分布于碌曲县杂海、迭部益哇沟等地, 地层出露较连续, 由下而上分3个组:

下普通沟组 (D_1x) 主要由板岩夹薄层灰岩及钙质石英砂岩等组成。厚280 m。

上普通沟组 (D_1s) 以板岩为主, 夹白云质泥灰岩及白云岩。厚240 m。

杂拉组 (D_1g) 白云岩夹少量粉砂岩及角砾状泥质白云岩, 厚1 000余米。

(2) 中统 分布范围较广, 西起碌曲、玛曲之间, 向东经舟曲、武都等地, 呈北西—北西向的狭长带状分布, 由下而上分3个组:

当多组 (D_2d) 下部为碳酸盐岩段, 上部为含铁碎屑岩段。总厚0—180 m。与下伏地层呈平行不整合或超覆不整合接触。

鲁热组 (D_2l) 以中厚层灰岩及泥质灰岩为主, 夹钙质板岩, 局部夹含铁石英砂岩。厚300—500 m。

下吾那组 (D_2x) 下部为碳酸盐岩段, 由砂质灰岩、结晶灰岩夹泥质灰岩及板岩等组成。上部为碎屑岩段, 以泥质粉砂岩、碳质钙质板岩及薄层泥灰岩为主, 偶含黄铁矿及菱铁矿结核。厚250—450 m。与下伏鲁热组为超覆关系。本组是西秦岭地区微细浸染金矿的重要赋矿层位之一, 同时还有汞、锑、雄黄、雌黄等矿产。

(3) 上统 称铁山群, 由下而上分2个组:

擦阔合组 (D_3c) 为薄层灰岩、泥质灰岩夹钙质砂岩。厚170—560 m。与下伏地层呈平行不整合(?)接触。

陡石山组 (D_3d) 以中薄层泥质灰岩为主, 夹厚层灰岩。厚360—660 m。

^① 毛裕年等, 1988, 西秦岭南亚热带白依沟群。四川地质科技情报, 总210期。

5. 石炭系

该系主要分布于白龙江两岸及武都至徽县一带，常与泥盆系相随。

(1) 下统 分2个组，由下而上为：

益哇沟组 (C_{1j}) 以灰岩、泥质灰岩为主。厚170—700m。

略阳组 (C_{1l}) 以中厚层灰岩为主，夹少量板岩及粉砂岩。厚600—1200m。

(2) 中统 称岷河群 (C_2mn)，以厚层灰岩为主，夹粉砂质板岩及泥灰岩等。在迭部以东地区，局部夹陆相沉积。厚62—500m。

(3) 上统 称尕海群 (C_3gh)，主要由厚层灰岩组成，底部常有一层灰质砾岩，与下伏地层之间有一间断面。厚280—700m。

6. 二叠系

二叠系分布地区与石炭系相似，分上、下统：

(1) 下统 称大关山群 (P_1dg)，主要为中厚层灰岩夹薄层粉砂岩，灰岩中常含燧石结核或条带。厚500m。

(2) 上统 称石关群 (P_2sg)，由厚层块状灰岩及鲕状灰岩组成，偶夹钙质板岩。厚300—600m。

7. 三叠系

三叠系在区域上分布很广，主要沿白龙江复背斜的两侧分布，在复背斜以北组成洮河复向斜，以南构成文县复向斜。在北部（洮河复向斜）可分为下统和中统，南部未作进一步划分。

(1) 下统 称隆务河组 (T_1l)，为海相—海陆交互的碎屑岩及碳酸盐岩沉积。其岩性、岩相变化很大，如碌曲、腊子口、宕昌官亭一带，以碳酸盐岩为主，碎屑岩次之，局部含菱铁矿结核，地层厚600—11000m。在区域上产有微细浸染金矿及汞、锑等矿产。与下伏地层呈整合接触。

(2) 中统 称古浪堤组 (T_2g)，分布于碌曲、卓尼、宕昌一带。一般可分为上、下2个岩性段，下岩性段为板岩夹砂岩及薄层灰岩，上岩性段是由砂岩、板岩及灰岩等互层组成的类复理式沉积，局部地区还夹有海底喷发的中酸性火山岩。厚400—10000余米，最厚可达20000余米。本组是区域上金、汞、锑等矿产的赋矿层位之一。

8. 侏罗系及白垩系

该二系为陆相断陷盆地沉积。侏罗系由火山岩和含煤地层组成。白垩系主要为泥砂岩，时夹灰岩、薄煤层及菱铁矿结核。与下伏地层均为不整合接触。

(二) 区域构造

1. 区域构造基本轮廓

西秦岭南部的印支褶皱带主要由洮河复向斜和白龙江复背斜组成，它们都是在印支运动前处于拗陷和隆起状态的地向斜和地背斜。其中白龙江复背斜是研究区内的主体褶皱构造，东起武都，向西经舟曲、迭部、降扎和尕海一带，全长约300km，总体呈北西—北北西—近东西向分布。在西部尕海以西，复背斜有向西倾伏的趋势。

区内的次级褶皱是由复背斜所派生，由于受后期断裂破坏，褶皱形态多不完整。值得注意的是，沿复背斜轴部常发育有次级短轴背斜，如夏尔括合背斜、热水塘背斜、牙相背斜、白依背斜、花园背斜及三角坪背斜等，这是由不均衡的压应作用而形成的局部隆起构

造, 这种构造对微细浸染型金矿的成矿有重要意义。

本区断裂构造发育, 尤以东西—北西向的走向断裂为甚, 其中规模较大者有 3 条, 它们对区内地质构造发展有重要影响。

玛曲—略阳大断裂带: 位于研究区南部, 西起玛曲, 向东经迭部、武都、康县到略阳一带, 全长大于 400km。断裂走向由西而东由近东西—北西—东西, 呈一向南突出的弧形分布。断层以北倾为主, 倾角 70° — 80° 。本断裂是划分秦岭褶皱系与松潘—甘孜褶皱系的界线断层, 其形成不晚于加里东运动, 在加里东—印支旋回期间, 主要表现为以张裂为主的同生断层, 控制两侧沉积和岩相的变化。印支和燕山运动时期, 断裂主要表现为由北向南逆冲推覆。

温泉—两河口断裂带: 位于研究区中部, 西起俄都, 向东经温泉、白依到两河口一带。其延伸方向与南部断裂带大致平行, 断层面北倾, 倾角多在 70° — 80° 之间。断裂带生成于澄江旋回, 为本区基底断裂, 以后又经长期发展演化。早期以张裂为主, 在澄江旋回和加里东旋回期间主要表现为同生断层, 控制着火山活动及其两侧沉积岩相的变化。印支—燕山运动, 断裂继承性活动, 以向南逆冲推覆为主。

则岔—酒奠梁大断裂: 位于研究区北部, 西起青棵岩以西, 向东经则岔、腊子口到酒奠梁一带, 全长大于 400km。其走向与前述两条断裂带基本一致, 但断裂面以南倾为主, 倾角一般在 60° — 70° 之间。本断裂是划分白龙江复背斜与洮河复向斜的界线断层, 其形成应在加里东运动之前, 在华力西旋回到印支旋回期间, 主要表现为同生断层, 控制两侧沉积和岩相的变化。印支和燕山运动时期, 断裂以挤压作用为主, 表现为由南向北逆冲推覆。

上述每条断裂带均由数条与走向基本平行的主干断层组成, 主干断层具有以下特征:

A. 具多期不同力学性质活动; B. 具有较宽的断裂破碎带, 构造岩为脆性碎裂岩型; C. 具压扭性的力学特征; D. 两侧派生断裂发育。

2. 构造运动

秦岭褶皱系是在古中国联合大陆基础上发展起来的, 其间经过了多次裂陷和隆起, 最终于印支运动褶皱定型。印支运动在秦岭地区广泛而强烈, 因此以其为标志, 划分出前印支运动、印支运动和后印支运动 3 大时期。

(1) 前印支运动时期 包括两个阶段:

① 古陆增生阶段 时限约为 8—9Ma 的晋宁运动及其前期, 活动于扬子古陆以北的洋壳向扬子板块俯冲, 经褶皱、变质而固结于古陆边缘, 形成了古陆增生带, 并构成了本区的基底。出露在扬子地块西北边缘的钙碱性岩浆杂岩便是这种活动大陆边缘的产物。近年来在碧口群中发现的蓝闪石片岩带 (陶洪祥等, 1986), 就是该期俯冲带中形成的高压低变质带。

② 裂陷槽发展阶段 (震旦—三叠纪) 秦岭裂陷槽的发展常受其两侧古陆块的制约。近年来古纬度的测定和古生物分带的研究资料 (王乃文, 1986; 马醒华, 1986) 表明, 在早古生代—三叠纪期间, 华北地块与扬子地块均同时向北移动, 并表现出如下特征: A. 两地块为非等时、等速移动, 总体上扬子地块的移动速度大于华北地块, 因而造成两者之间的距离不断缩小, 秦岭海槽不断变窄。B. 各地块的移动速度常出现周期性变化, 当华北地块快于扬子地块时, 其间便出现张裂, 并向北裂离, 相反则发生挤压。C. 两陆块在

移动过程中，均发生缓慢的旋转，扬子地块为左旋，华北地块为右旋（图2）。D.在每一旋回中，当产生裂隙作用时，其发生时间总是西部早于东部，当产生挤压作用时，则东部早于西部。

震旦—三叠纪是本区地质构造发展的重要时期，具明显的多阶段性。

澄江旋回 这是陆内初始裂隙阶段。晋宁运动之后，由于重力均衡调整，下地幔上拱而产生南北向拉张作用，沿白龙江一带张裂，并伴随陆相中酸性火山喷发，形成火山碎屑岩建造。由于切割较深，因而成为本区的基底断裂。

加里东旋回 为裂隙海槽强烈发展阶段。随着拉张作用加剧，早期陆内裂隙进一步发展，裂隙范围扩大，并与祁连、昆仑海盆相连，形成秦祁昆广阔海域。本区濒临扬子古陆，处于海盆边缘地带，在寒武—奥陶纪时主要为潮坪—泻湖相沉积，形成含碳硅泥岩建造。随着海侵的进一步扩大，志留纪形成以浅海相为主的碳酸盐岩—碎屑岩建造。加里东旋回晚期，受南祁连、北秦岭和北大巴山褶皱隆起的影响，本区也相应抬升，其环境应属水下隆起。

华力西旋回 为裂隙槽继续发展阶段。早期由于继续受加里东运动的影响，海盆继续上升，局部地区曾一度露出水面，形成某些地区下泥盆统与中泥盆统的平行不整合接触。中泥盆世，随着北部南祁连的强烈隆起，南侧由于受陆前拉张作用影响，裂隙再度发生。与此同时，同生断裂活动明显，控制了不同沉积相带的分布，突出的如本区及其以南沉积相带的显著差异，前者以浅海台地和半深水的碳酸盐岩—细碎屑岩沉积为主，后者则为海陆交互相碎屑沉积。石炭—二叠纪基本继承前期环境，本区主要形成浅海相的碎屑岩—碳酸盐岩建造。二叠纪末的华力西运动，对西秦岭北部影响较大，表现在临潭—凤县大断裂以北褶皱隆起，形成华力西褶皱带。在大断裂带南侧，形成陆前拉张沉陷，向南被同生断层分隔。白龙江一带，呈类似于“地垒式”的隆起。

印支旋回 为裂隙海槽消亡阶段。来源于特提斯的海侵，在本区以西及南北两侧形成广泛海域，沉积了巨厚的类复理石建造。白龙江一带基本处于隆起状态，表现为侏罗—白垩系以角度不整合直接覆盖于古生代地层之上，其间缺失三叠系。随着南北两大陆块不断靠拢，中晚三叠世时，由于印支运动，全区褶皱隆起，海水由东向西退出。

(2) 印支运动时期 印支运动是秦岭地区极为重要的地质构造事件，其结果导致秦岭海槽最终封闭。这次运动影响面广，变形强烈。就整个秦岭地区而言，主要表现为由南向北（偏东）俯冲，形成了一系列逆冲推覆系统，并对前期构造叠加复合。在北部，如临潭—凤县断裂带所发现的混杂堆积和化石混杂（冯益民，1981），证实了俯冲的存在。从混杂堆积的胶结物形成时代来看，东部早于西部。

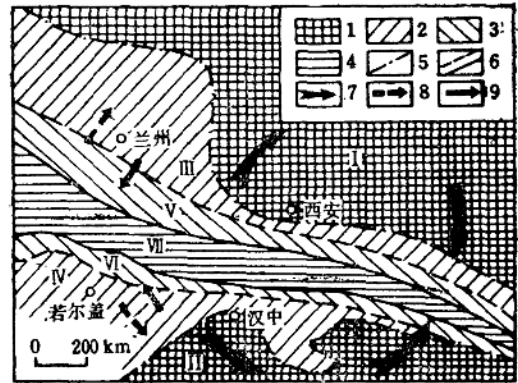


图2 区域构造示意图
(据朱俊亭资料修编)

- 1—古陆块；2—早古生代地槽褶皱带；3—晚古生代地槽褶皱带；4—印支地槽褶皱带；5—古陆边界线；6—地槽褶皱带边界线；7—陆块运动方向；8—活化（陆缘倒退）方向；9—陆缘增生方向；I—华北陆块；II—扬子陆块；III—早古生代华北陆块边缘褶皱带；IV—早古生代扬子陆块边缘褶皱带；V—晚古生代华北陆块边缘褶皱带；VI—晚古生代扬子陆块边缘褶皱带；VII—印支褶皱带

这次运动奠定了本区构造的基本格架，形成白龙江复背斜及几条主要断裂带。在以后的各次运动中，构造变形都是在这个基础上发展或改造的。

(3) 后印支运动时期 以陆内断裂活动为主，进一步分为2个阶段：

燕山旋回 为早期陆内构造运动阶段。由于印支运动挤压后的反弹松弛，形成引张应力场，沿走向断裂上盘发生阶梯式下迭，控制着侏罗—白垩纪的河流—湖泊相含煤碎屑沉积。中—晚白垩世末，随着燕山运动的发生，由于受冈瓦纳板块和东太平洋板块联合的影响，使本区先存的東西向断裂发生继承性斜冲运动，同时形成新的北东向断裂。

喜马拉雅旋回 为晚期陆内构造运动阶段。随着西藏地块的强烈隆起，本区迅速抬升，并发展成为青藏高原的东北隅。伴随抬升活动，在区内产生了差异升降的断块。

(三) 区域岩浆活动

本区岩浆活动较弱，无论是岩浆岩的类型、规模、分布等均远不及东秦岭地区发育。区内侵入岩以印支—燕山期为主，其次为加里东期及华力西期。岩石主要为中酸性花岗岩及花岗闪长岩类。火山岩主要出现在早期的晚元古代中，以酸性—中酸性岩类为主，除此之外，还有一些时代不明的各种脉岩，如辉绿岩脉、煌斑岩脉、长英岩脉等，其分布较广，各地均可见及。

1. 澄江期岩浆岩

澄江期岩浆岩主要为火山岩，分布在迭部、降扎地区的白依沟群中，这是一套具有陆相喷发特征的中酸性火山岩，其中熔岩较少，大量的是火山碎屑岩。岩石化学类型基本属偏碱性的钙碱性系列。

2. 加里东—华力西期岩浆岩

该期岩浆岩区内分布不多，主要沿白龙江复背斜轴部及其两侧断续出现，多为中酸性和基性侵入岩。可分早、中2期，早期主要为辉绿岩，多呈岩墙、岩脉状产出，常侵入于早古生代及泥盆纪地层中，钾氩年龄为366 Ma。中期为花岗闪长岩、花岗闪长斑岩、闪长岩等，多呈岩枝、岩株状侵入于石炭纪地层中。据花岗闪长岩的化学分析资料，岩石为偏碱性，钾氩年龄为310 Ma。

3. 印支期岩浆岩

该期岩浆岩包括中酸性侵入岩及火山岩。

(1) 侵入岩 以花岗闪长岩为主，少量为闪长玢岩、石英二长岩、正长斑岩等。主要沿白龙江复背斜轴部及其两侧分布，呈岩株、岩脉状产出。岩体常侵入于石炭—二叠纪地层中，并被早、中侏罗世地层不整合所覆。钾氩年龄为120.3 Ma。

(2) 火山岩 分布于本区的西北部，主要为流纹岩及安山岩等，产于早、中三叠世地层中。

4. 燕山期岩浆岩

其分布范围较广，但出露零星。其中侵入岩主要为花岗闪长岩及花岗闪长斑岩，多呈岩株、岩枝及岩脉状产出。化学分析表明，岩石具偏碱性特征。根据岩体侵入于早、中侏罗世地层中，并被白垩纪地层所覆盖而确定为燕山期。火山岩主要分布于碌曲县郎木寺、财宝山一带的中下侏罗统陆相盆地内，岩石主要为安山岩、玄武安山岩、辉石安山岩等。此外，还有少量石英钠长斑岩等。

二、矿床基本地质特征

(一) 金矿化分布特征

在西秦岭南部, 已知微细金矿均沿一定部位产出, 并与区域构造线方向一致成带分布, 构成以低温热液为主的金矿成矿带。根据不同矿床(点)的空间分布及产出特点, 又可进一步划分出南、北两个成矿亚带, 两者所处的构造部位、围岩时代、容矿岩石都存在一定差异。

南部成矿亚带大致沿白龙江复背斜的轴部(近轴部)分布, 已知矿床如拉尔玛、邛莫等。围岩主要为寒武—奥陶系太阳顶群富碳的硅质、泥质(夹粉砂级碎屑)混积系列。北部成矿亚带分布于白龙江复背斜北翼, 总体呈北西—北西西向延伸, 已知矿床(点)如九源、坪定、黑峪、黑多寺等。矿带受区域性走向断层控制, 围岩以泥盆系中统为主, 容矿岩石为碳酸盐—泥质或泥质—粉砂质过渡岩石组合。

(二) 主要矿床地质简况

1. 拉尔玛矿床

矿区位于南秦岭印支褶皱带白龙江复背斜轴部西端。矿区本身为一背斜构造, 矿床处于背斜向西倾伏的过渡地带(图3)。矿区内出露地层为太阳顶群, 可划分出3个岩性段, 由下而上为:

第一岩段 为含碳硅质岩、含碳硅质板岩、粉砂质板岩及碳质板岩。厚大于90m。本段与第二岩性段为断层接触, 为本区主要赋矿层位。

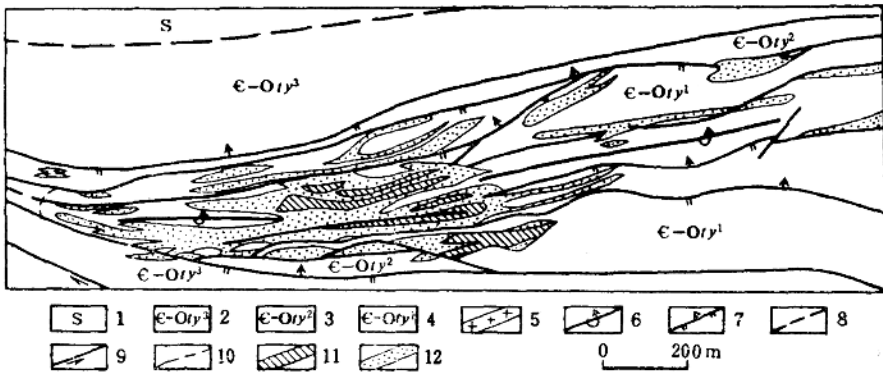


图3 拉尔玛金矿地质构造及金矿体分布略图

(据甘肃省地矿局第三地质队资料改编)

1—志留系; 2—4—寒武—奥陶系太阳顶群, 其中2为第三岩段, 3为第二岩段, 4为第一岩段;
5—花岗岩岩; 6—倒转背斜; 7—压扭性断层; 8—推断层; 9—平推断层; 10—实测及推测地质界线; 11—金矿体; 12—金矿化体

第二岩段 以碳质板岩、含碳硅质板岩、粉砂质板岩为主, 夹绢云板岩及千枚岩。厚50m。本段为次要赋矿层位。

第三岩段 为碳质板岩、绢云板岩、粉砂质板岩及含碳粉砂岩等。厚度大于200m。矿化微弱或无矿化。

矿区所处的背斜为一倒转“破背斜”，其轴向近东西，轴面向南倾，倾角 60° — 80° 。其间断裂构造发育，以近东西向的走向断层和层间断层为主，其次为北东向、北西向和近南北向。在矿区南北两侧分别有两条规模较大的近东西向主干断裂，中间为多条与其平行的次级断裂。断层面多向北倾，倾角多在 65° 以上。断裂以压扭性为主，主干断裂具有长期多阶段活动特点。沿断裂带岩石破碎，常形成角砾岩、碎裂岩或碎斑岩等。北东向、北西向和近南北向断裂的规模一般较小，是与东西向断裂配套的次级断裂。金矿体主要产于走向断层与层间断层的叠加复合带内，或断层倾角由陡变缓和扭动作用明显部位。区内岩浆岩很不发育，矿区内只有规模不大的闪长玢岩、细晶花岗岩等小脉体。在部分蚀变的闪长玢岩中有金的矿化。

2. 坪定矿床

位于白龙江复背斜北翼，属北部成矿亚带。在区域上为一北西向的构造隆起带，隆起带中部由中泥盆统组成，两侧分别为两条区域性断裂所切，北侧断裂以北为下二叠统，南侧断裂以南为下石炭统。矿区位于构造隆起带中部，介于2条区域大断裂之间（图4）。区内出露地层主要为中泥盆统下吾那组第二岩段，按岩性分3个亚段。

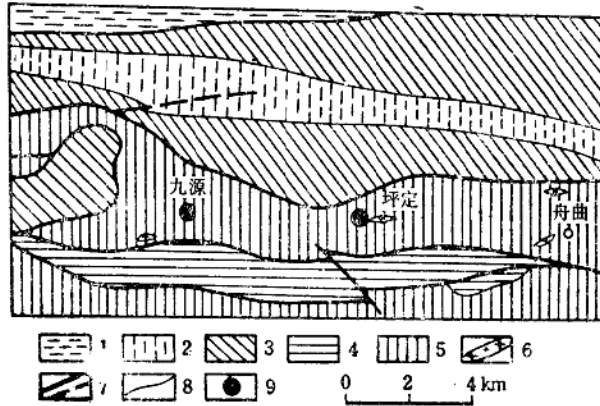


图4 九源—坪定一带区域地质图

1—三叠系；2—上二叠统；3—下二叠统；4—下石炭统；5—中泥盆统下吾那组；6—花岗斑岩；7—实测、推测断层；8—地质界线；9—金矿床

下亚段 为粉砂质绢云板岩、千枚状板岩、泥质粉砂岩、钙质板岩、泥质板岩夹生物礁灰岩。

中亚段 以碳质板岩为主，夹粉砂质板岩。

上亚段 下部为微晶灰岩、钙质板岩及泥质灰岩等，上部为砾状灰岩夹钙质板岩、泥质灰岩及微晶灰岩等。

金矿体主要赋存于下亚段的粉砂质绢云板岩、泥质粉砂岩及钙质板岩中。

由于受断层切割，在矿区内基本表现为单斜构造，总体向南西方向倾斜，倾角变化较大，其间次级褶皱发育，多为规模不大的不对称褶皱，并可见到倒转、平卧等现象。区内断裂主要是与两侧边界断裂相平行的次级走向断层，其次为北东向或近南北向剪切断层。

矿区内分布有规模较小的花岗闪长岩、闪长玢岩等小脉体，多沿构造软弱带产出，在部分蚀变的脉体中常有金矿化，有的品位可达工业要求。

（三）矿体特征

按矿化地质体中金含量的高低又分为矿体和矿化体，划分标准是按现行工业指标确定。区内各主要矿床的矿体特征可归纳为：

（1）矿体是由含金矿物呈浸染状或细脉浸染状分布在容矿岩石中而组成。因此，矿体、矿化体和围岩之间无截然界线，三者常为渐变过渡关系。

（2）在区域上，矿体的总体展布方向与区域构造线方向基本一致，并随区域构造线方向的变化而改变。例如，在研究区东部的武都—腊子口一带，由于处在武都弧形构造的西侧，构造线方向呈北西向，相应坪定、九源等矿体也呈北西向展布。向西到迭部、降扎、玛曲等一带，构造线复又呈北西西到近东西向，因而拉尔玛、邛莫等矿体也随之转变。

（3）多数金矿体都产出在由构造作用形成的挤压破碎带中或其两侧，并严格受其控制。不同矿体所处的构造部位不尽相同，复杂程度也有所差异。有的产于背斜轴部（或轴侧）及其倾伏端，如拉尔玛、邛莫等，有的则产于次级褶皱或局部隆起部位，如坪定、九源等。但断裂构造十分明显，对矿体有重要控制作用，矿体在空间分布上常与之保持一致，当控矿断层斜切岩层时，矿体（或矿化体）即出现跨层现象。当控矿断层为层间断层时，则矿体的走向、倾向和倾角与围岩一致或基本一致，形成似层状矿体。当控矿断层复合于前期断层或被后期断层叠加时，则可出现品位较富、但形态复杂的矿体，如九源等。

（4）矿体（或矿化体）在空间分布上常成群出现，具一定规模的矿床或矿段，通常都是由几个—十几个、甚至几十个矿体组成，并伴有更多的矿化体，实际上这些矿体之间都是由低于现行工业指标的矿化体所分隔。如拉尔玛矿区，目前已圈出矿体20多个，矿化体40多个，在宽300m、长800余米的范围内，集中了全区80%以上的矿体和矿化体。其中单个矿体长几十米到数百米，宽几米—十几米，延深几十米，深者近百米，向下常为矿化体所代替。矿化体的规模往往大于矿体，如I号金矿化体长达千余米，宽数米至50m，延深已控制达200m。坪定矿床已圈出矿体9个，长数十米到一百多米，厚1—10余米，金品位相对较高。

（5）矿体形态多样，不同矿区的复杂程度也不尽相同。各自有不同的形态特征。拉尔玛矿区复杂多变，矿体和矿化体呈集束状产出，在平面上呈长条状、条带状、蛇曲状、豆荚状及不规则状。在剖面上呈似层状、似脉状、透镜状、树枝状及漏斗状等（图5）。矿体沿走向方向常显示出分枝、复合、尖灭、再现等特点。坪定矿区相对简单，主要为板状、似板状及透镜状，但也有明显的分枝、复合等现象。

（四）矿石特征

1. 矿石矿物组成

通过宏观和微观研究，已鉴定出矿石矿物数十种。其中拉尔玛矿床为42种，坪定矿床为25种，九源矿床为40种，黑多寺矿区为24种，按晶体化学分类列于表1。

由于矿石是由含金矿物呈浸染状分布于容矿岩石而形成，因此矿石中约有80%—95%为造岩矿物，而热液期矿物只占5%—20%。在热液期形成的矿物中，较常见的有黄铁矿、毒砂、辉锑矿、雄黄、雌黄、石英、方解石、重晶石、闪锌矿及辰砂等，它们以不同的含量和比例出现在不同的矿区中。其中又以黄铁矿、辉锑矿、石英、雌黄等最为重要，与金关系密切，在一定程度上可作为本区寻找同类金矿的标志矿物。

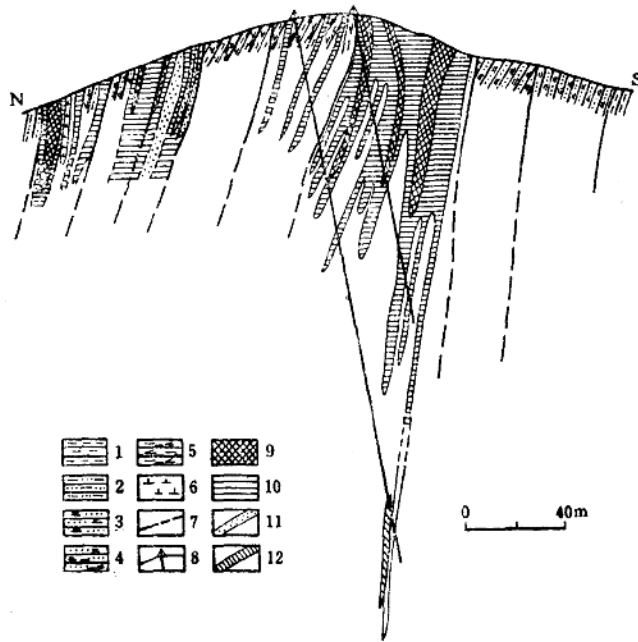


图 5 拉尔玛矿区矿体剖面图

(据甘肃省地矿局第三地质队资料)

1—板岩；2—粉砂质板岩；3—粉砂质绢云板岩；4—含碳绢云粉砂质板岩；5—含碳硅质板岩；6—闪长粉岩；
7—断层；8—钻孔；9—表内金矿体；10—表外金矿体；11—汞矿化；12—砷矿化

2. 矿石的结构构造

由于矿石的结构构造可以反映矿石在形成和变化过程中的地质条件和物理化学环境，因此在研究中以成因为基础，并结合形态进行划分。

(1) 矿石结构 根据矿石矿物结晶颗粒的形状、大小、相互关系和空间分布等，按成因将本区矿石的结构划分为3个结构组。

① 重结晶作用形成的结构组 是指由胶体物质(非晶质)和结晶物质(细晶)在低温、低压条件下经后生作用形成的重结晶结构。主要结构类型有：斑状变晶结构、包含状变晶结构、环带状结构(图版 I-4)、次生加大边结构(图版 I-5)。

② 交代作用形成的结构组 这是各矿区中较为常见的矿石结构组，其中又以裂隙充填交代为主，而交代溶蚀作用不明显，反映出本类金矿的成矿方式。本组主要结构类型有：自形一半自形结构(图版 I-3)、它形粒状结构、骸晶结构(图版 I-7)、充填结构(图版 I-8)、压碎结构。

③ 由固溶体分离作用形成的结构组 包括乳滴状结构、次文象结构、内部聚片双晶结构。

除上述结构组外，在各矿化区还普遍见有由表生作用下形成的矿石结构组，其中常见的结构类型有放射状结构、隐晶结构等。

(2) 矿石构造 在本区各矿床中，以浸染状构造及角砾状构造为主，其次为脉状—网脉状构造及层纹—条带状构造、块状构造，局部还有晶洞状构造及多孔状构造等。

3. 矿石的化学成分

表 1 矿石矿物组成

矿物	矿区	坪定	九源	黑多寺	拉尔玛
硅酸盐		高岭石、绢云母、绿帘石、锆石、葡萄石、沸石	电气石、高岭石、绢云母、伊利石、石榴石、透闪石、柃石、锆石、绿帘石	绢云母、高岭石、地开石	绢云母、地开石、水云母、长石、绿泥石、黑云母、高岭石、白云母、锆石、绿帘石
硫化物		黄铁矿、毒砂、辉铋矿、雄黄、雌黄	黄铁矿、毒砂、闪锌矿、辰砂、雄黄、雌黄、黄铁矿、辉铋矿	雄黄、雌黄、辉铋矿、辰砂、黄铁矿	辉铋矿、黄铁矿、闪锌矿、雄黄、辰砂、白铁矿、辉钼矿、雌黄、黄铜矿、锑锆石、黄锑矿、红锑矿、辉硒汞矿、铜蓝、砷黝铜矿、方铅矿、磁黄铁矿
氧化物		石英、褐铁矿、锑华、赤铁矿	石英、金红石、磁铁矿、黄钾铁矾、赤铁矿、锑华、硬锰矿、褐铁矿	石英、臭葱石、锑华、褐铁矿、蛋白石、钙华	石英、水铝英石、玉髓、磁铁矿、褐铁矿、锑华、黄钾铁矾、赤铁矿、金红石
碳酸盐		方解石、白云石	方解石、白云石	方解石	方解石、白云石、含铁白云石、孔雀石、蓝铜矿
自然元素		自然金、有机碳、自然砷	自然金、自然铅、自然汞、有机碳、含银自然金、银金矿	自然金、有机碳、自然砷	自然金、有机碳、银金矿
硫酸盐		石膏、重晶石	石膏、重晶石	石膏、重晶石	重晶石、石膏
氟化物		萤石	萤石	萤石	萤石
磷酸盐		磷灰石	磷灰石		磷灰石
钨酸盐			白钨矿		
互化物			砷铝矿		

由于金在矿石中是作为微量组分存在，因此矿石的主要化学成分在很大程度上取决于容矿岩石的成分。拉尔玛矿床与九源矿床代表两种不同性质的容矿岩石，前者为含碳的硅质岩、硅质板岩、粉砂质板岩及绢云板岩等，后者为泥质灰岩或泥灰岩，因此在化学成分上有明显差别（表 2）。拉尔玛矿石 SiO_2 含量普遍较高，多数都在 85% 以上，与硅质岩或硅化岩的化学成分相似。九源矿石相反， CaO 、 Fe_2O_3 明显偏高， SiO_2 偏低，但与典型灰岩相比，则 CaO 不足， SiO_2 过高，并含有一定量的 Al_2O_3 ，说明矿石中除因蚀变而带来一部分硅外，岩石本身也混有陆源碎屑组分和粘土矿物，原岩为不纯灰岩。此外，九源矿石的

表 2 矿石和围岩化学成分(%)

化学成分	矿区 类型	九 源		拉 尔 玛	
		矿 石	围 岩	矿 石	围 岩
SiO ₂		47.64	49.78	87.614	85.74
Al ₂ O ₃		3.55	2.48	3.315	1.65
CaO		22.60	15.08	0.856	5.12
MgO		0.72	0.15	0.341	0.678
Fe ₂ O ₃		2.09	0.75	0.735	0.528
FeO		0.62	0.40	1.448	0.419
K ₂ O		0.278	0.16	0.669	1.301
Na ₂ O		0.035	0.12	0.094	0.098
TiO ₂		0.15	0.145	0.203	0.283
P ₂ O ₅		—	0.06	0.164	0.11
MnO		0.03	0.04	0.013	0.029
Los		21.40	28.03	2.534	2.876
As		0.358	0.094	0.1204	0.0069
Hg		0.075	0.0299	0.0431	0.006
Sb		0.107	0.0302	0.2676	0.141
Au(10 ⁻⁶)		10.25	0.0232	6.981	0.295
Ag(10 ⁻⁶)		5.50	2.0416	1.371	1.491

Fe₂O₃ 略高于拉尔玛，这与该区氧化作用较强、氧化矿石较多有关，即在氧化作用下，低价铁变为高价铁。

在同一矿床中，矿石与围岩之间的化学成分只显示出微弱变化。如拉尔玛矿区，矿石 SiO₂ 略高于围岩，这是由硅化所致。在九源，矿石中 CaO 高于围岩，一方面是由于矿石(角砾岩)中含有交代不完全的灰岩角砾，同时发育了碳酸盐化蚀变。Al₂O₃ 无论是在拉尔玛还是九源的矿石中都略高于围岩。

某些微量元素在矿石与围岩之间的变化比较明显，如矿石中 As、Hg、Sb、S 等普遍高于围岩几倍到十几倍，这是随热液活动而带入。

4. 矿石类型

以化学成分为基础，结合有关矿物组合，按矿石中主元素与伴生元素及相应矿物含量，对矿石进行分类。以拉尔玛矿区为例，划分为以下类型(表 3)：

(1) Ba-Au 矿石 在矿石中含有大量重晶石，呈脉状或网脉状分布，自然金常与重晶石连生，或包裹其中，自然金的粒度相对较大，矿石品位也相对较高。经化学分析，矿石中 Ba 含量多在 1% 以上。本类矿石多分布在近地表的浅部。

(2) Sb-Au 矿石 矿石中 Sb 含量较高，可达到或接近于工业最低边界品位。含 Sb 矿物主要为辉锑矿，少量为红锑矿和表生期形成的锑华、黄锑矿等。辉锑矿呈细—微脉状、网脉状、细脉浸染状及少量呈窝状或囊状分布，常与石英、重晶石等共生。本类矿石在矿床中的产出部位与 Ba-Au 矿石相似。

(3) As-Au 矿石 与其它类型矿石比较，As 含量常高出几倍到十几倍，含 As 矿物主要为雄黄，其次为雌黄，两者常密切共生，呈浸染状、微—细脉状或细网脉状产出，常可见到雄黄与石英、重晶石(少量)等组成石英-雄黄(雌黄)或石英-重晶石-雄黄(雌