



哀牢山金矿地质

胡云中 唐尚鹑 等著

地质出版社

哀牢山金矿地质

胡云中 唐尚鹑 王海平 著
杨岳清 邓 坚

地质出版社

· 北 京



内 容 简 介

本书系哀牢山地区金矿床的专著。该书从地球化学、矿床地质、遥感地质和成矿实验学等研究领域全面系统地论述了哀牢山金矿床的成矿区域地质地球化学背景、金矿床地质特征和控矿因素,同时对围岩蚀变、矿石物质成分、矿化元素与伴生元素的赋存状态、流体包裹体地球化学、稳定同位素地球化学、微量元素地球化学、成矿物理化学条件和成矿时代等方面进行了较深入的研究和详尽的阐述,并在此基础上探讨了金矿床成矿机理,建立了典型金矿带的成矿模式。

本书内容丰富、数据准确、立论有据、论述严谨,可供矿产勘查工作者、成矿理论研究人员及高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

哀牢山金矿地质/胡云中等著. —北京:地质出版社, 1995. 12

ISBN 7-116-02084-5

I. 哀… II. 胡… III. 金矿床—地质构造—哀牢山 IV. P618.510.2

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第00985号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:渠洁瑜 江晓庆

*

北京市西城区康利胶印厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 426 千

1995年12月北京第一版·1995年12月北京第一次印刷

印数: 1-200册 定价: 20.00元

ISBN 7-116-02084-5

P·1566

目 录

前 言	(1)
第一章 绪论	(3)
第一节 概况	(4)
第二节 地质工作程度及金矿研究现状	(6)
第三节 研究思路、主要进展及经济效益	(9)
第二章 构造层和影像构造区特征	(9)
第一节 区域构造层划分及其特征	(16)
第二节 影像构造区及其构造层组合特征	(24)
第三章 遥感构造特征及分析	(24)
第一节 线性构造带特征	(39)
第二节 线性构造带特征变异及分析	(44)
第三节 大中型环形构造	(53)
第四节 遥感构造对金矿床控制作用分析	(60)
第四章 元素地球化学背景与金的富集	(61)
第一节 地层及主要岩类的化学元素丰度与浓集系数	(80)
第二节 岩浆岩化学元素的丰度与浓集系数	(89)
第三节 稀土元素地球化学	(99)
第四节 金矿带地球化学特征	(106)
第五章 金矿地质特征与矿床类型	(106)
第一节 金矿带基本特征	(110)
第二节 金矿的形成与产出规律	(115)
第三节 主要金矿床类型	(121)
第四节 主要矿物标型特征	(134)
第六章 主要金矿床地质特征	(134)
第一节 老王寨金矿床	(152)
第二节 冬瓜林金矿床	(159)
第三节 浪泥塘金矿床	(162)
第四节 金厂金矿床	(194)
第五节 大坪金矿床	(219)
第七章 金矿床成矿流体的物理化学条件与稳定同位素特征	(219)
第一节 老王寨矿田成矿流体温度、压力与成分特征	(224)
第二节 大坪矿田流体包裹体的地球化学特征	(227)
第三节 成矿流体的稳定同位素地球化学特征	(248)
第四节 含金源岩的浸滤活化实验	

第八章 矿床成因探讨及成矿预测..... (255)

第一节 成矿物质来源..... (255)

第二节 构造—岩浆的驱动与金的迁移、富集..... (257)

第三节 成矿预测标志..... (264)

第四节 成矿远景区及优选靶区..... (267)

第五节 金矿资源总量预测..... (267)

主要参考文献..... (270)

英文摘要..... (273)

CONTENTS

Preface

Chapter I Introduction

1. Outline
2. Present Situation of Study on Geology and Gold Deposits
3. Researching Ways, Progress of Research and Its Economic Effect

Chapter II Structural Layers and Image Area in Ailaoshan

1. Division of Structural Layers and Their Features
2. Features of Image Area and Its Structural Layers in Ailaoshan

Chapter III Features of Remote Sensing Structures in Ailaoshan to Them

1. Features of Linear Structural Zones
2. Variation of Linear Structural Zones and Analysis
3. Large—Middle Circular Structures
4. Controlling Effects of Remote Sensing Structures on Gold Deposits

Chapter IV Element Geochemistry Background and Gold Enrichment in Ailaoshan

1. Chemistry Element Abundances and Concentration Coefficients in Strata and Essential Rocks of Ailaoshan
2. Chemistry Element Abundances and Concentration Coefficients in Magmatites of Ailaoshan
3. Geochemistry of Rare Earth Elements in Ailaoshan
4. Geochemical Characteristics of Gold Ore Belt in Ailaoshan

Chapter V Types of Gold Deposits and Their Geological Features in Ailaoshan

1. Main Features of Gold Ore Zones in Ailaoshan
2. Regularities of Formation and Occurrence of Gold Deposits
3. Types of Main Gold Deposits
4. Typomorphic Characteristics of Main Minerals

Chapter VI Geological Characteristics of Main Gold Deposits in Ailaoshan

1. Laowangzhai Gold Deposit
2. Donggualin Gold Deposit
3. Langlitang Gold Deposit
4. Jinchang gold Deposit
5. Daping Gold Deposit

Chapter VII Physical-Chemical Conditions of Metallogenic Fluids and Stable Isotope Characteristics of the Gold Deposits

1. Temperature, Pressure and Composition of Metallogenic Fluids of Laowangzhai Ore Field

2. Geochemical Characteristics of Fluid Inclusions of Daping Ore Field
3. Geochemical Characteristics of Stable Isotope of Metallogenic Fluids
4. Leaching and Activation Experiment of Metallogenic Elements in Auriferous Rocks

Chapter VIII Discussion on Genesis of Gold Deposits and Metallogenic Prognosis

1. Source of Metallogenic Materials
2. Structure-Magma Driving and Gold Migration—Enrichment
3. Marks of Metallogenic Prognosis
4. Prospect Areas and Targets
5. Prognosis of Total Gold Resources

References

Abstract in English

前 言

绵亘云南省中部的哀牢山，处于欧亚特提斯造山带东段向南东方向的转折部位，是我国新近崛起的大型金矿资源产地和重要的贵金属、有色金属成矿带。为加速我国金矿资源的开发，并逐步实现国民经济建设战略的重点西移，国家科委在“八五”期间设立了国家重点黄金科技攻关项目“中国主要金矿类型及成矿区带远景预测”，本书即该项目中“哀牢山地区主要金矿类型地质特征、成矿规律及靶区优选”课题的综合研究成果。

哀牢山地区采金历史久远，然而找矿工作的显著突破，却应是1983年老王寨金矿的发现以及随之拓展的特大型金矿田。本区金矿专题研究工作虽自50年代起始，但系统全面的工作多在80年代以后。本项目研究工作是在以往研究工作，特别是云南省地质矿产局（下称地矿局）第三地质大队、武警黄金第13支队、地质矿产部矿床地质研究所（下称地矿部矿床所）等单位在“七五”期间的研究成果基础上进行的。研究的主要思路为：以哀牢山金矿带的大型、特大型金矿床的成矿机理、成矿地质地球化学背景和成矿时代为突破口，实行多学科协同攻坚，采用新技术手段和现代实验测试方法，以提高对区内金矿成矿作用、矿床与矿带的成因机制的理论认识，为在本区以及更大的范围内找寻更多的金矿床提供理论指导与具体的预测建议。

根据国家重点黄金地质科技攻关项目的总体要求，课题研究工作充分利用了哀牢山地区近年来基础地质和矿产勘查工作所取得的新资料、新进展，运用相关学科的新知识、新技术、新方法，对典型金矿床进行了深入剖析，对矿床、矿带形成的区域地质构造、地球化学背景进行了综合研究。结合本区典型金矿床的成矿地质背景，还相应开展了含金源岩的浸滤活化实验。遵循“求实、创新、深化”的原则，在宏观与微观研究密切结合的基础上，探索和总结了区域成矿特征、成矿规律，指出了找矿方向，圈定了找矿远景地段，优选了预测靶区。

课题研究工作，按五个专题分别开展，同步进行，其间交叉开展综合性研究。

在历时5年的研究中，对哀牢山地区金矿带形成的地质地球化学背景、矿床产出与分布规律取得了系统深入的认识，确认与划分了构造蚀变岩型与石英脉型金矿，认识到这两类金矿床类型为本区最重要的成因类型，论述了老王寨、冬瓜林、浪泥塘、金厂、大坪等典型金矿床的地质成矿特征，分析了金矿成矿的物理化学条件，探讨了多类型金矿床的成因，提出哀牢山金矿为多期构造—成矿作用、多成矿物质来源、多成因热流体等因素反复叠加成矿的新认识。

确立了哀牢山地区主要金矿床的成矿时限。其中，老王寨金矿成矿同位素年龄为39.6~28.2Ma，属喜马拉雅期；库独木金矿成矿同位素年龄为96.1~72.9Ma，属燕山晚期；墨江金厂金矿成矿同位素年龄为180~70Ma，为燕山期；元阳大坪金矿区闪长岩成岩同位素年龄为481Ma，与含金石英脉密切伴生的钠长岩脉成岩年龄为384Ma，穿切金矿脉的煌斑岩同位素年龄为49.38Ma。

对哀牢山区地球化学、金矿床地球化学的系统研究表明，区域上存在赋金的多重层

源；在剪切构造带控制的金矿带内，存在金元素的浓集地段；矿化区内存在尾晕元素与前缘晕元素组合叠加的现象；开展研究的 34 种化学元素的地球化学背景场，对矿化及相关元素的变异、组合及演化进行了详尽的论述，为金矿的成矿背景、成生作用提供了佐证。

依据哀牢山主要金矿床的成矿流体性质、蚀变特征与区域地球化学背景，模拟了成矿地质环境。设定的含金源岩浸滤实验结果表明，金元素在一些络合剂存在的条件下，能够从岩石中活化出来，并与其构成络合阴离子团（在酸性介质中主要为 Au^{3+} 态阴离子团，在碱性介质中主要为 Au^+ 阴离子团）；在含 S、C、Cl 的三种热液中，都能从金源岩中活化出 Au，且在 300~350℃ 时活化量最高，这与地质研究矿床为中温热液的认识一致，为矿床的成因研究提供了实验依据。

通过 MSS、TM 和局部地区热红外航空图像的详细研究，确认区内存在 76 条大中型线性构造、21 个环形构造，并对其成生关系和对金矿床的控制作用进行了研究。运用计算机图像处理系统，将大气散射校正后的 TM 图像反演成与金矿地面波谱信息相关的地空对应图像，再用它对赋金地段进行研究，从而提高了成矿预测精度，取得了良好的找矿效果，并在区内新圈定和找到 8 个金矿化异常。

总结与确定了本区金矿找矿准则和标志，圈定了 20 个成矿远景区，优选出 3 个甚有远景的找矿靶区，提供普查评价基地 4 处，开展了金矿资源量的预测，指明了本区金矿的甚大前景。

1995 年 7 月，国家科委委托地矿部聘请程裕淇、涂光炽、宋叔和、李廷栋等 4 位中国科学院（下称中科院）院士和 11 位国内著名专家组成鉴定委员会，对本项课题成果进行了评审鉴定。该委员会认为，本项研究报告研究起点高，是哀牢山金矿地质的高层次研究成果，具有很高的学术水准与实用价值，应以专辑出版。据评审意见，作者对原课题研究报告进行了必要的修改和缩编。

本书是在哀牢山金矿研究课题报告的基础上，根据专家组评审课题成果的意见修改而成的。胡云中主持全文总体构思和章节设计。全书共分八章，其中前言由胡云中执笔，第一章由王海平、胡云中、唐尚鹑执笔，第二章、第三章由王海平执笔，第四章由胡云中、邓坚执笔，第五章、第六章由唐尚鹑、杨岳清执笔，第七章由唐尚鹑、杨岳清、陈淑卿执笔，第八章由胡云中、唐尚鹑、王海平、杨岳清执笔。全书文稿经胡云中、王海平统一删改、编写，学术认识由主编者作了必要的调整。各专题研究中的一些不同学术观点与认识，则由持有者反映在原专题研究报告内或以论文形式发表于地学期刊物上。

本书是集体研究成果的反映。参加课题研究工作和本书编写的人员，除上述各章节的执笔人外，尚有云南省地矿局第三地质大队的李经典、何叔欣、董方浏、王顺英、王侠光，矿床地质研究所林盛中、郭唯明、袁宁、王文瑛、田农、周玉林、曲国林，地质研究所的甘源明及武警黄金部队第 13 支队的徐研非。本书插图由傅子洁绘制。

在课题研究与本书编写的过程中得到地矿部科技司、矿床地质研究所与云南省地矿局第三地质大队的大力支持、关怀与指导，中国地质科学院、云南省地矿局、国家地质测试中心、北京大学、地矿部遥感中心、计算中心、核工业地质研究院、云南省地矿局区调队、墨江金厂金矿、元阳大坪金矿、武警黄金部队第 13 支队也对研究工作给予了关心、支持与具体帮助，使工作得以顺利进行，在此谨一并致谢。

第一章 绪 论

哀牢山地区位于我国云南省中南部，北起弥渡县金宝山，南东延至中越边境，境内延伸约 392km，东西宽约 60km，地域面积约 23520km²。习惯上把邻近北回归线的元江—墨江公路以北的区段称哀牢山北段，以南称哀牢山南段。南北两段地质背景不尽相同，地质工作与研究程度也有甚大差异。

第一节 概 况

哀牢山是斜贯云南中南部的高耸山脉，自然地理上属横断山脉南段余脉。地形险峻，地势北高南低、东陡西缓，其主山脊高程一般为 2000~3000m，主峰为大雪锅山，海拔高程 3177.6m。哀牢山脉呈北西走向，沿山脉主脊分布有地质学界称之为“哀牢山变质带”的两套深浅变质岩系。区内河流属元江水系，元江又称红河，向东南出国境经越南后注入太平洋。区内主要金矿成矿带位于哀牢山西坡，海拔高程 1140~2200m，矿田（区）内相对高差 200~600 余米。

哀牢山地区分别受印度洋季风和太平洋季风影响，属亚热带—热带高原型湿润季风气候，由于纬度较低，地形高差悬殊，区内气候垂直分带显著，干湿季节分明。在低海拔的河谷地区为典型的热带、亚热带气候，而高山地区则为“四季如春，一雨成冬”的亚热带、暖温（或温）带气候。哀牢山主峰年最低气温为 -11.5~-10℃，年平均气温 8℃（据 1：5 万和平丫口街幅区调报告送审稿）。位于哀牢山西坡的老王寨矿田年最高气温 25℃，最低 6℃，年平均气温 12~15℃。5~10 月为雨季，10 月至来年 4 月为旱季，年降雨量为 1631.40~2668.35mm，蒸发量为 1032.50~1302.23mm 左右，12 月至第二年 1 月为降霜期，日照在 6~7 月最长达 13h。位于河谷地区的墨江、镇沅两县城年平均气温 17.8~18.5℃，最冷月为元月，平均气温 11.5℃，活动积温 6263.6~6651℃，日照时数为 2148~2037h，年降水量 1301.7~1364.6mm，无霜期长达 320~340d。

居民有汉、苦聪、彝、哈尼、白、傣、苗、傈僳和景颇等民族。据各民族习俗差异，其村落分布有别，一般散布在海拔 2100m 以下。

农产品以稻米和玉米为主，其次为小麦、马铃薯和豆类作物，茶叶是区内大宗经济作物。粮食产量有限，正常年景亦只能大体满足当地居民的需要。老王寨矿田的地质勘探队伍及采矿企业所需之粮食、油料及其他副食品主要由 200km 以外的景东县城等地购进。可以预计，随着老王寨金矿基地的逐步扩大，农副产品市场将日趋活跃，居民的商品意识会逐步增强。如果充分利用区内得天独厚的水土、气候等自然地理资源，供应状况的充分改善将指日可待。

区内交通状况尚佳。各区、乡政府所在地均有公路通达,各金矿产地的交通亦属方便,老王寨矿田现有新修的三级公路(恩水公路)在矿田边部通过,距省会昆明 380km,一日可达。金厂矿区条件尚好,距昆明 360km,一日内可达省会。

第二节 地质工作程度及金矿研究现状

哀牢山地区位于特提斯构造域与滨西太平洋构造域接合部,矿产资源丰富,其特殊的自然地理环境和地质构造地位历来引起众多中外地质学家的关注。

20 世纪初叶,丁文江、孟宪民、袁复礼、冯景兰和程裕淇等老一辈地质学家曾先后来此考察或进行专题研究,区内全面的基础地质工作和矿产地质工作仅在新中国成立后才大规模展开。区内基础地质工作始于 1957 年,先后有云南省地质局墨江地质队、16 地质队、301 物探大队及云南省冶金局勘探公司等单位开展了较大规模的地质普查勘探和大中比例尺物化探工作,当时工作重点多限于墨江县的安定、金厂一带。随后,第一区调队完成了 1:100 万普洱幅地质填图,地质部 902 航空物探队完成了 1:50 万航空重力、磁法及放射性测量,第二区调队完成了 1:20 万新平幅和墨江幅区调填图。文化革命期间,18 地质队、物化探大队、哀牢山会战指挥部和云南省冶金局勘探公司进行了 1:2 千、1:1 万和 1:10 万的铬铁矿普查勘探工作。文化革命以后,武警黄金部队第 13 支队对墨江金厂金矿进行了系统勘探。1983 年,云南地矿局第三地质大队发现老王寨金矿,随后区调队完成了外樟盆幅、和平丫口街幅、腰街幅、错纳甲幅和碧溪幅等五幅 1:5 万区域地质图,同时云南省地矿局组织所属第三地质大队、804 队、809 队、816 队、机掘队、区调大队、物化探大队、测试中心及云南省地质科学研究所等单位协同进行多工种、多学科的普查勘探工作,广大会战职工不畏艰难困苦,历经十载寒暑于 1993 年向国家提交了矿区金矿储量,从而使名不见经传的老王寨金矿一跃而为全国特大型金矿田,并成为闪烁在哀牢山脉之中的璀璨明珠。

哀牢山地区大地构造地位倍受地质学家的青睐。国内一些科研院所和大专院校的知名学者和专家纷至沓来进行专题研究,他们在构造地质、矿产地质研究方面获得了大量新资料、新认识和不少高水准的科研成果。中科院岩石圈构造演化开放研究实验室(以钟大赉、张旗、赵大升等为代表)认为:扬子岩石圈向西俯冲到昌宁—孟连缝合线之下,哀牢山为扬子板块之岩石圈消减前缘的壳内挤压造山带;红河断裂、哀牢山断裂与金沙江缝合线并不完全一致;红河断裂和哀牢山断裂主要活动期在喜马拉雅期,是两条第三纪又强烈活动的大型左行走滑剪切带,中新世中期尚有剧烈的区域性挤压活动发生,中新世晚期及上新世以来红河断裂多呈区域性引张块断构造特征。地矿部地质研究所(下称地质所)大地构造研究室(以陈炳蔚、李永森、曲景川等为代表)则称本区为墨江海西沟弧褶皱系,于晚二叠世封闭,印支期具韧性平移剪切的显著特点,喜马拉雅期则表现为由东向西的大距离推覆作用。云南省地矿局近年的主要研究成果(以范承均、罗君烈、王元等为代表)认为:哀牢山深变质带是扬子地块型基底的推覆残留山根,古特提斯洋于早石炭世裂张,晚二叠世末封闭;中三叠世又再度张裂,晚三叠世强烈造山。上述洋壳的张合过程构成区内完整的威尔逊旋回,其下亚旋回为古特提斯洋的主阶段,上亚旋回是特提斯洋向强烈造山转化的岛弧阶段;金沙江—红河为板块结合带,其北段即金沙江缝合带向西俯冲,其南段即红

河缝合带向东俯冲。云南省地矿局区调队（以王义昭等为代表）则认为，本区在海西晚期至印支早期在引张作用下形成顺层掩卧褶皱及顺层韧性剪切带（与典型的褶皱层有别），印支晚期在挤压作用下形成弯曲褶皱和被动褶皱，第三次褶皱作用发生在印支末至燕山晚期，在喜马拉雅期又有走滑韧性剪切活动发生。此外，云南省地质学界尚有区内的印支运动只是造陆（上升）运动而非造山（褶皱）运动这一与传统印支运动概念有别的观点存在。

对金矿的研究，在1987年以前基本上只局限于墨江县金厂金矿等个别点上，1987年起云南省地矿局第三地质大队开展了以镇沅县老王寨金矿田为重点的哀牢山北段金矿研究，之后，俞广钧对哀牢山南北两段金矿床进行了对比研究工作。

对墨江县金厂金矿公开发表过重要文献的专家主要有杨家瑞、恭道政、张海涛、蒋志、俞广钧、谢如勇以及张志兰、余汉茂等。各家观点分歧颇大。现将他们的各种观点分列如下：

（一）赋矿岩石方面有两种观点：①赋矿的石英岩是全硅化超镁铁质岩；②既有全硅化超镁铁质岩，也有硅化砂岩、板岩。

（二）矿质来源方面有3种观点：①金质是由超镁铁质岩提供的；②主要来自超镁铁质岩，次要来自志留纪金厂组地层；③主要来自深部2700Ma的古老基底，部分来自超镁铁质岩、镁铁质岩及粉砂岩、石英岩等。

（三）成矿流体性质方面有4种观点：①成矿热液来自印支末期—燕山期的花岗斑岩；②主要来自超镁铁质岩浆侵入体，其次是变质热液；③可能为雨水及深部热液参加的地层水（或变质水）；④渗滤热液。

（四）成矿时代方面有3种观点：①成矿时代为燕山期；②海西—喜马拉雅期多阶段成矿，富矿形成于燕山晚期；③多期多阶段成矿，成矿时代为304~114Ma，主要成矿期为海西期（250Ma）。

（五）矿床成因类型方面有5种观点：①超镁铁质岩蚀变热液型中温热液（主）矿床；②与超镁铁质岩有联系的中低温热液矿床；③古洋壳溶液、构造改造、次生叠加成因矿床；④层控型有雨水参加的混合热液后期叠加改造矿床；⑤变质热液矿床。

镇沅老王寨金矿田虽与墨江金厂金矿同属一个金矿成矿带，但二者矿床特征有显著差别。老王寨金矿床赋矿岩石主要为玄武岩、煌斑岩、变火山碎裂岩及变碎屑岩的综合体，矿质来自地层及深源岩石（含侵位了的超镁铁质、镁铁质岩体），成矿流体为变质热液和岩浆热液，成矿时代主要为喜马拉雅期，矿床类型为多阶段、多成因、多物源的中—低温热液矿床。从整个哀牢山北段金矿成矿带来说，矿床的形成经历了漫长的地质发展史，为多旋回的构造运动、多期的成矿作用、多元的物质来源、多成因的成矿热液等因素反复作用于同一地区，导致金及有关元素的反复活化、迁移、聚集和沉淀的结果。

尽管第三地质大队与武警黄金部队13支队分别对镇沅县老王寨矿田、墨江县金厂矿床和元阳县大坪矿床进行了系统勘探并向国家提交了可观的金储量，但我们也应冷静地看到，迄今为止，对哀牢山地区金矿成矿带的详细地质工作除元阳大坪金矿投入少量普查勘探外，多局限于镇沅县老王寨和墨江县金厂两个区段（点）上，而且老王寨矿田内地质勘查工作还远未达到饱和程度，外围的普查找矿工作仅开始起步，总体而论哀牢山金矿成矿带的地质工作程度还是偏低的。据区内资源量预测，除已控储量外尚有E+F+G级金资源量愈400t之巨。因此，加强科研与生产相结合，充分开发区内潜在金矿资源是将哀牢山地区建

成我国大型黄金生产基地,促进山区农民彻底摆脱贫困,经济走向繁荣进而带动整个滇中南地区经济腾飞的重要途径之一。

第三节 研究思路、主要进展及经济效益

哀牢山地区的金矿开采始于汉代(章鸿钊,1954;夏湘蓉等,1980),后因交通及采冶技术低下等原因,金矿业发展步履维艰。解放后,特别是改革开放以来哀牢山金矿事业得以迅速发展,并成为我国80年代发现的重要金矿资源基地之一。

哀牢山金矿成矿带是一巨大的复杂成矿系统,尤其是海西期以后,随着昆仑地体、印度板块及扬子板块的相互碰撞拼贴及陆内俯冲造山作用,导致区内岩石圈发生强烈逆冲推覆,局部裂隙扩张,同时伴有强烈岩浆活动、变质作用和成矿作用,为区内金矿床形成造就了极为有利的成矿构造环境。因此,区内地质作用的复杂及成矿作用的多彩性,使得建筑在海洋资料上的经典板块构造理论不能完全适用于哀牢山地区的地质构造演化。经典板块理论既不能概括区内构造演化的全部过程,又不能全面反映各类地质体在四维空间的变形、变位和变性特征,在一定程度上影响了区内构造格局、成矿构造环境、成矿作用和成矿理论的深入认识及区内找矿远景的正确导向。故此,简单地套用经典板块构造的成矿理论模式来解释区内金成矿作用和金矿床分布规律就不免陷入形式上的一般化。

80年代以来,随着哀牢山金矿成矿带的发现,区内金矿研究亦取得较大进展。其间不少学者(张海涛,1984;蒋志,1984;俞广均,1985;张志兰,1987;徐研非,1989;宋焕斌,1990等)先后著文,试图用变质热液、混合热液叠加改造、构造改造与次生叠加和构造蚀变等成矿理论解释哀牢山金矿床的成因机制。然而遗憾的是,上述研究仅局限于哀牢山南段的一两个矿床(墨江金厂金矿床和元阳大坪金矿床),未能触及哀牢山北段极有代表性的大(特大)型金矿床成因,加之哀牢山金矿成矿带的矿床类型多,成矿作用复杂、成矿期长,因此对整个哀牢山金矿成矿带的形成机制论述的深度与广度均显不足。往往只强调了某一金矿床的个性、成矿作用的改造与叠加,而忽视了带内金矿的共性、前期成矿作用与成矿构造环境的影响。

鉴此,本研究的主要思路为,以哀牢山金矿成矿带特大、大型金矿床这一研究的环节为突破口,在宏观研究基础上,立足经济效益及矿床研究中遇到的实际问题,多学科协同攻坚,利用学科交叉优势、采用新技术手段和现代有关测试方法,在获得大量第一手材料的基础上综合分析论证,以提高对区内金矿成矿作用、矿床和矿带成因机制的认识水平,旨在为区内寻找更多的金矿床提供理论指导并提出成矿远景区建议。

通过五年的研究工作,厘定了哀牢山地区的大中线性构造带(76条)、环形构造(21个),用101计算机系统的CPU主机和M70分别对TM图像的星载数据作了3150km²和462km²的图像处理,在各典型金矿床地面波谱研究基础上,据所建立的九个回归方程对TM图像进行了地空对应研究;对区内特大、大型金矿床作了详细的矿床学研究,踏查了区内大量主要金化探异常,并组织多学科力量对重点金化探异常(如背阴山异常、双沟异常)实施了检查;分别用地质、地球化学和遥感波谱等方法对数条剖面(如元江—墨江、马鹿塘—曼费、恩水公路等)进行了深入研究;对区域地球化学背景场的元素分布特点,金

成矿过程中矿化元素的作用、矿化元素组合及其演化特征等进行了研究。同时, 研究中还作了大量岩石鉴定 (895 个), 岩石化学分析 (614 件, 其中微金分析 159 件, 全分析 59 件, 等离子光谱定量分析 246 件, 微量元素和硅酸盐分析各 17 件, 稀土元素分析 80 件, 单矿物和 X 粉晶分析各 10 件, 钼金分析 16 件), 电子探针 (290 件), 稳定同位素测定 (152 件, 其中铅同位素 62 件, 硫同位素 67 件, 氢氧同位素 18 件和碳同位素 5 件), 包裹体研究 (22 件), 同位素年龄 (Rb—Sr 法、K—Ar 法) 测定 (18 件) 及含金源岩的浸滤活化实验 (19 件) 研究, 获得诸多新进展及可观的经济效益。

一、主要进展

(一) 遥感构造格局的厘定

经区内 MSS、TM 和局部地区的热红外航空图像的详细研究, 共确定大中型线性构造带 76 条, 其中大型线性构造带 9 条、中型线性构造带 67 条, 组成八套不同方向、不同力学属性、不同活动期次和强度的线性构造系统。确定直径 8km 以上的环形构造 21 个, 分属四种、六个亚类成因。

(二) 南北向线性构造带的确定及 A 型构造的发现

传统地面地质方法认定, 区内金矿床的产出受控于北西向韧性剪切构造 (九甲—墨江大断裂) 带与近东西向构造带交汇部位。本次研究认为, 哀牢山金矿成矿带内的各矿床皆定位于北西向韧性剪切构造带、南北向线性构造带与近东西向线性构造带交汇区。南北向线性构造带多分段连续, 以张扭性特征为主, 常被其他构造带切错干扰而显得不完整, 但卫星图像上有清晰显示, 为区内形成时代最老的构造系统, 其规模大、切割深、活动期次多且常形成布格重力梯度带和航磁异常分界。南北向线性构造带的确定对区内成矿远景区、优选靶区的厘定有着十分重要的意义。

北西向韧性剪切线性构造 (九甲—墨江大断裂) 内及其附近的 A 型构造是金矿床、矿体的集中产地。该 A 型构造的长轴与北西向韧性剪切带呈大角度相交, 位于应力椭球体的 α 轴方向, 各种遥感图像上多为压、压扭性遥感构造组分, 在地面上多与密集裂隙带、片理化带、挤压破碎带、蚀变构造带和无根褶皱对应, 是深源、围岩和超基性—基性混杂岩内成矿物质在构造—岩浆的驱动下理想的汇集、封容场所。因此, A 型构造是成矿带内地面金矿床信息的重要遥感构造找矿模型。

(三) 矿床的地面波谱及遥感信息的地空相关研究

在系统研究哀牢山地区主要地质体、金矿床地面波谱特征的基础上, 首次对区内金矿床地面波谱与遥感信息 (TM) 进行了地空相关研究。该地空相关研究在我国尚属首次, 其意义不仅仅局限于瞄准了遥感地质找矿的学科前沿、找矿靶区定位精度高以及找矿效果好, 更重要的是将原定性阶段的先验型、描述型目视预测提高到半定量、量化的科学预测阶段。研究表明, 据矿床地面波谱特征建立的三类图像异常预测标志, 用计算机图像处理系统对金矿地面波谱信息相关的地空对应图象进行找矿靶区优选和图像识别, 具有很好的找矿预测效果。

(四) 金矿床综合利用依据的确定

1. 系统查明了各矿床矿石成分、矿石特征、矿石类型、矿化蚀变类型、矿物共生组合及矿物类型。

2. 查明了金元素赋存状态、金矿物及其与载体矿物的关系。以翔实资料阐述金以自然

金、含银自然金、银金矿形式呈细分散状、细树枝状或吸附状产于黄铁矿（五角十二面体者居多）、褐铁矿、硫化物、石英、碳酸盐矿物等的裂隙、晶洞、晶隙和包体中，或吸附于蛇纹石、滑石、粘土类矿物表面。

（五）金矿床形成时限的确定及成矿作用认识的深化

1. 原始含金建造 哀牢山群内原岩为中、基性火山岩、火山—沉积岩的变质岩系和海西期形成的浅变质岩系（特别是其内的变基性火山—沉积岩）是本区主要的原始含金建造。

2. 成矿物质的多源性 经大量稳定同位素与微量元素地球化学研究证实，区内金矿既有原始含金建造的成矿物质，又有深源和超基性—基性混杂岩带内成矿物质加入，属多元的成矿物质来源。

3. 矿床的成矿时限确定 哀牢山北段老王寨矿床成矿时间在喜马拉雅期（39.6~28.2Ma），库独木矿床形成于燕山晚期（96.1~72.9Ma），墨江金厂金矿床成矿时间为燕山中晚期（180~70Ma），哀牢山南段的大坪金矿床主要在燕山—喜马拉雅期形成。

4. 金矿成矿带的成矿过程 哀牢山金矿成矿带内金矿床历经了漫长的成矿作用过程。晋宁运动和海西运动使原始含金建造内成矿物质初步富集，海西期后的强烈构造运动使北西向（九甲—墨江断裂）、南北向深大（韧性剪切）断裂将深源成矿物质导向地表，同时还对两侧所波及地层（尤其是经初步富集的原始含金层位）内成矿物质进行萃取，超基性—基性混杂岩带则经侧分泌作用提供成矿物质；海西期后的多旋回构造运动、多期成矿作用、多元成矿物质来源以及多成因成矿热流体等因素反复作用于同一地区，导致金及有关元素多次活化、迁移、汇集和沉淀并形成不同规模、不同矿化类型的金矿床。基于上述金矿带内成矿作用认识，在深入的矿床学研究基础上建立了金矿成矿带的成矿模式。

二、经济效益指标

（一）研究期间新增金储量，远超过计划合同额定指标。

（二）哀牢山地区的金矿资源丰富、潜力巨大，据不完整的金矿资源量测算，仅哀牢山北段（墨江金厂金矿不计入其内）即获远景储量（未计现有D级及D级以上金储量）407t。

（三）研究期间新确定金矿成矿亚带一条。该成矿亚带全长165km，宽2~5km，就目前对几个矿点的检查情况来看，其找矿前景可观。

（四）提供金矿普查评价基地4处。

此外，还提出成矿远景区20个。其中，Ⅰ级远景区5个，Ⅱ级远景区6个，Ⅲ级远景区9个。

第二章 构造层和影像构造区特征

哀牢山是世界著名的特提斯造山带的一个组成部分,晚古生代以来又是冈瓦纳大陆与欧亚大陆挤压作用比较集中的部位之一,因而导致了自晚古生代以来剧烈的构造变动、频繁的岩浆活动、不同程度的变质作用和多期次的成矿作用。哀牢山地区在长期地史演变中具有特定区域构造环境,形成了反映这种特定构造环境的构造层和影像构造区。

第一节 区域构造层划分及其特征

哀牢山地区现今地质构造格架是区内多次构造运动的结果。其地质构造的演化过程,既存在由地槽经褶皱变动后转变为地台的正常构造旋回,也存在地台因拗陷(或地台边缘陷陷)作用转为地槽(或裂陷槽)后经构造变动而再度转化为地台的逆向构造旋回。同时,晚古生代末的板块构造运动又对先成的槽台构造进行了强烈改造。正是这种区内地质构造的复杂演化过程,形成了反映哀牢山地区地壳演化时空规律的地层组合。依据区内不同地层组合、沉积建造、岩性、岩相、构造变形、岩浆活动和变质作用,笔者将本区划分为6个构造层(表2-1、图2-1)即:早元古界构造层、中元古界构造层、震旦系—志留系构造层、泥盆系—二叠系构造层、三叠系—白垩系构造层和第三系—第四系构造层。现将各构造层特点叙述如下:

一、古元古界构造层

古元古界构造层分布在哀牢山地区中部的点苍山、罗坪山、大红山、哀牢山和瑶山一带,呈北西向延伸。该构造层包括苍山群、哀牢山群、苴林群和瑶山群,总厚度近10000m。其同位素年龄上限为1700Ma,下限由邻区的同位素年龄资料推断为2500Ma。岩性为一套变质程度较深的混合岩、变粒岩、片岩、角闪岩、片麻岩夹大理岩组合,其原岩主要为火山岩—火山沉积岩建造和复理石建造,为浅海相沉积—喷发环境,从沉积厚度、岩石组合特征来看应属优地槽型的沉积建造。其原岩沉积建造特征表明,本区当时的地壳处于一种塑性阶段,并显示为构造变动强烈、火山活动频繁的构造环境。

古元古界构造层形成的漫长地质历史中,岩浆活动强烈,其中以广泛的海底火山大规模喷发活动为主,火山变质岩的原岩主要为基性火山岩、细碧岩、角斑岩和石英角斑岩,除石英角斑岩为钙碱系列外,余者均属拉斑玄武岩系列。古元古代除大规模的火山喷发外还有岩浆侵入活动,形成了哀牢山金平一带的稿吾卡—阿德博花岗岩体。此阶段侵入的岩体一般为铝过饱和的过碱性酸性岩类,其铁镁含量较高,并显示出S型花岗岩的特征。同时古元古代的岩浆活动还表现出基性—中基性—中酸性的演化特点。

