

“八五”国家科技攻关计划研究项目

国家黄金管理局地质科研项目

中国火山岩地区 金矿床

李兆鼎 毋瑞身 林宝钦 著
张招崇 吴才来 李汉声

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是国家科委科研课题“火山岩、次火山岩地区金矿的主要类型、控矿条件、矿床模式和找矿方向”的系统总结。全书七章。第一章介绍中国火山岩地区金矿床成矿背景；第二章介绍金矿床主要特点和类型；第三章介绍近地表-热流体系统金矿床；第四章介绍与侵入岩有关的金矿床；第五章介绍金矿成矿的物质、能量背景场及控矿系统；第六章介绍金矿的局部富集模式和成矿机制；第七章介绍中国火山岩地区金矿的地质分布和远景区。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国火山岩地区金矿床/李兆鼎等著.—北京:地质出版社,2004.1

ISBN 7-116-03924-4

. 中 李 火山岩—金矿床—研究—
中国 . P618.510.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 093939 号

责任编辑:赵俊磊 陈军中

责任校对:关风云

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324508 (邮购部)

网 址:[http:// www.gph.com.cn](http://www.gph.com.cn)

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787mm×1092mm¹/₁₆

印 张:15.5

字 数:350 千字

印 数:1—900 册

版 次:2004 年 1 月北京第一版·第一次印刷

定 价:38.00 元

ISBN 7-116-03924-4 P·2423

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

前 言

本书为国家科委下达的黄金科技攻关项目 90051 - 03 课题“火山岩、次火山岩地区金矿的主要类型、控矿条件、矿床模式和找矿方向”的研究成果。该项目和课题的主持部门为国家黄金管理局，组织部门为原地矿部科技司，承担单位为中国地质科学院沈阳地矿所和地质研究所，课题负责人为李兆鼎研究员和毋瑞身研究员。

本课题设有 4 个一级专题、27 个二级专题。从不同成矿地质背景角度，选择一级专题研究区为：元古宙的活动带河南熊耳山-崤山地区，负责人为任富根；下设 6 个二级专题，负责人分别为任富根、李维明、翟伦全、唐荣扬、乔怀栋、秦正永和刘波。古生代的造山带甘肃北山和新疆阿希地区，负责人为崔惠文；下设 8 个二级专题，负责人分别为崔惠文、陈祖伊、李景春、王刚明、邵洁涟。中生代的活化带，包括华北北缘和东南沿海 2 个一级专题，负责人分别为王富宝和戚建中；下设 9 个二级专题，负责人分别为王富宝、林宝钦、蔡新平、杨天奇、李兆龙、戚建中、秦有余、裘愉卓、徐贵忠、姜俊峰、黄民智、周汉民、周乐尧、方锡珩。此外针对某些有普遍意义的关键问题，以综合组的形式，进行了专门研究，其中包括：火山岩地区成矿地质背景；火山岩、次火山岩和相关侵入岩地区金矿的分类系统；金矿控矿地质条件、局部富集因素、矿床的静态和动态模式；岩浆-地热系统与金矿成矿关系；金元素的溶解度和分配系数的高温高压实验；国外大型火山岩金矿的理论成就和找矿经验等，负责人分别为李兆鼎、姚足金、刘玉山、吴美德、尚如相；并由李兆鼎和王碧香主编了《中国火山岩地区金矿资源图》(1:5000000)。

参加本课题的科技人员来自原地矿部、原冶金部、武警部队、核工业总公司、有色金属总公司、中国科学院和教委系统共七个部门的 17 个科研、生产和教学单位等 110 多人，荟萃了国内相关领域的专家；专业结构包括：区域地质和构造、矿床和勘查、岩石矿物地球化学、地球物理、水文地质、实验测试、计算机技术和国外情报研究等。

本书是在该研究报告的基础上编写而成，鉴于全书的系统性，本书没有按照各个专题的报告进行汇编，但充分吸收了各一级和二级专题报告的精华部分，同时也吸收了前人有关领域研究的最新成果。全书共分七章：第一章介绍中国火山岩地区金矿床的成矿地质背景、火山地质背景及其主要类型。第二章根据国内外火山岩地区金矿的特点，并以前人的分类为基础，提出了自己的分类系统，该分类系统包括成因类型和工业类型。第三、四章是本书的主要部分，按成因类型对各类金矿床进行了阐述，每一类均首先介绍了其时空分布特征，然后以1~2个实例来说明其成矿特点，再根据国内外有关矿床的成矿特点，提出了其描述性矿床模式，最后对国内外同类矿床进行对比，指出了其中的异同点。第五、六章是本书的理论部分，将火山岩地区金矿床的控矿系统划分为六大控矿系统：火山穹丘（火山-地热）系统、破火山口（火山-地热）、斑岩系统、浅成侵入体系统、火山喷气-沉积系统、剪切带系统，并详细论述了这些控矿系统的特点（构造形式、成矿流体、岩石组合等）；然后创造性地提出熔体、固体、流体场理论，用以解释火山岩地区金的局部富集机制，并提出不同类型金矿形成的理论模式。第七章根据我国火山岩地区金矿成矿的特点，对有关金矿的找矿远景区、找矿布局和找矿方向提出了建议。本书在一定程度上反映当代中国火山岩地区金矿地质概貌及研究水平。

为了避免概念上的混淆和统一认识，这里首先对所指的“火山岩地区金矿”作如下定义：“火山岩地区金矿”是指在广义的火山岩地区的金矿产，其容矿围岩主要为火山岩、次火山岩（潜火山岩）或相关浅成侵入岩，部分矿体也可以定位于火山基底的变质岩内，以及侵入体周围的沉积岩或其他岩石中。定义中广义的火山岩包括各种岩性的火山熔岩、火山碎屑岩（火山角砾岩、凝灰岩和熔结凝灰岩）、沉积火山碎屑岩（不同粒级的层凝灰岩），以及火山碎屑沉积岩（不同粒级的凝灰质砂岩和凝灰质碎屑灰岩）。另外，书中有关区域地质的划分和术语体系，基本上依据程裕淇院士主编的《中国区域地质概论》。火山地质背景的分析，基本上采用国际上比较普遍接受的板块学说的有关观点。有关大陆活化带的火山地质背景的分析，系根据我国大陆地质的特殊情况提出的初步看法。

需要提及的是，本书所涉及的许多成果和认识都是现阶段的；由于科学技术不断发展，加之项目负责人李兆鼎研究员的不幸去世，因而有些研究的

最新成果可能在本书中没有得到很好反映，有些参考文献未在书后列出，诚望大家对遗漏和不足予以海涵。

课题总报告的执笔人为李兆勳、林宝钦、张招崇、吴才来，李兆勳和毋瑞身研究员审查全稿，张树新研究员参加部分审查工作。本书前言由张招崇、李汉声编写，李兆勳、吴才来编写第一、二章，第三、四章由张招崇撰写，第五至七章李兆勳执笔，李汉声补充修改第一、二、五至七章。全书最后由张招崇和李汉声统编完成。

本项目和课题从立项论证、室内外研究到报告编写，原地矿部和中国地质科学院以及有关单位领导给予大力支持，并曾分别得到过程裕淇、涂光炽、郭文魁、张炳熹、宋叔和、沈其韩、李廷栋、陈毓川、翟裕生等院士，孙培基高工和韦永福研究员等的指导及帮助；李汉声和郝艳丽为原报告的审校、编图和复制做了大量的科研辅助工作；中国地质科学院和地质研究所有关领导对本书的出版给予了大力的支持，特在此一并表示感谢。

作 者

2003 年 1 月

目 录

前 言

第一章 中国火山岩地区金矿床成矿背景.....	(1)
第一节 区域成矿的大地构造和深部地质背景.....	(1)
一、基本构造单元.....	(1)
二、断裂系统.....	(3)
三、中国大陆的构造域.....	(5)
第二节 火山地质背景.....	(7)
一、前寒武纪变质基底火山地质.....	(7)
二、复合造山带火山地质.....	(11)
三、中、新生代火山岩和相关侵入岩及其与金矿关系.....	(21)
四、成矿背景的主要类型.....	(24)
第二章 中国火山岩地区金矿床主要特点和类型.....	(31)
第一节 中国火山岩地区金矿床的主要特点.....	(31)
一、主要特点.....	(31)
二、金矿与容矿围岩的时差关系.....	(33)
第二节 主要类型和特征.....	(35)
一、与火山岩有关的金矿床的成因类型.....	(35)
二、与侵入岩有关的金矿床的成因类型.....	(37)
三、与岩浆岩有关的金矿床的工业类型.....	(38)
第三章 近地表火山-热流体系统金矿床.....	(41)
第一节 低硫浅成热液型金矿床.....	(41)
一、成矿地质特征.....	(42)
二、实例.....	(45)
第二节 高硫浅成热液型金矿床.....	(57)
一、成矿地质特征.....	(57)
二、实例.....	(61)
第三节 富碲浅成热液型金矿床.....	(72)

一、成矿地质特征	(72)
二、实例	(75)
第四节 以火山-沉积岩为容矿围岩的块状硫化物型金矿床	(83)
一、铜-锌型块状硫化物型金矿床	(85)
二、铅-锌-银型块状硫化物型伴生金矿床	(87)
三、与国外同类矿床的比较	(88)
四、实例	(90)
第四章 与侵入岩有关的金矿床	(100)
第一节 斑岩型金矿床	(100)
一、斑岩型铜-金矿床	(100)
二、富铅锌银斑岩型伴生金矿床	(110)
三、角砾岩化型金矿床	(120)
第二节 与侵入岩有关的金矿床	(132)
一、接触带型铜-金矿床	(133)
二、远接触带型金矿	(137)
三、浅-中深成热液型金矿床	(142)
四、与偏碱性侵入岩有关的金矿床	(151)
第五章 火山岩地区金矿成矿的物质、能量背景场及控矿系统	(162)
第一节 火山岩地区金矿成矿的物质、能量背景场	(162)
一、固体岩石-地球化学背景场	(162)
二、侵入岩浆的物质-能量背景场	(165)
三、流体地球化学背景场	(168)
第二节 岩浆-水热体系的控矿系统	(170)
一、火山穹丘控矿系统 (火山-地热系统)	(170)
二、破火山口控矿系统 (火山-地热系统)	(172)
三、斑岩控矿系统 (超浅成侵入体)	(173)
四、浅成侵入体控矿系统	(176)
五、火山喷气-沉积控矿系统	(178)
六、剪切带控矿系统	(180)
第六章 火山岩地区金矿的局部富集模式和成矿机制	(183)
第一节 火山岩地区金矿床的蚀变分带及其成矿物理化学条件	(183)
一、近地表岩浆-热流体系统	(183)
二、高侵位岩浆-热流体系统	(188)
第二节 局部富集模式和成矿机制	(194)
一、金的运移和沉淀机制	(194)

二、岩浆-热流体成矿系统内金的局部富集制约因素	(198)
三、“内外多元耦合、四维局部富集”的成矿机制	(204)
第七章 中国火山岩地区金矿的地质分布和远景区	(206)
第一节 大陆活化带火山岩地区	(206)
一、华北地台北缘	(206)
二、东南沿海地质	(208)
三、长江中下游地区	(209)
四、赣东北地区	(210)
五、佳木斯地区	(210)
六、山东半岛	(211)
七、粤西-海南远景区	(212)
第二节 复合造山带火山岩地区	(213)
一、复合造山带火山岩地区金矿的地质分布规律	(213)
二、复合造山带金矿远景区	(217)
第三节 前寒武纪火山岩和火山-沉积岩区	(220)
一、熊耳地区	(220)
二、鄂西北地区	(222)
第四节 有关金矿找矿工作应注意的问题和建议	(223)
一、火山岩地区金矿的找矿工作应注意的问题	(223)
二、火山岩地区金矿找矿的几点建议	(225)
结 语	(228)
参考文献	(229)
参考资料	(233)

第一章 中国火山岩地区 金矿床成矿背景

第一节 区域成矿的大地构造和深部地质背景

中国大陆是欧亚大陆的重要组成部分，是全球构造演化的产物。就其内部关系而言，是由若干个大小不等的古老陆核，经过长期发展，反复增生，以不同块体相互拼接、消减、碰撞和不断改造而成。就其外部关系而言，中国大陆分别与西伯利亚板块、印度板块和太平洋板块之间有过强烈的相对运动和物质-能量的相互作用。就其深部关系来看，壳-幔不同层圈也有着长期、多阶段的物质-能量的交换和再循环。从以上三个方面都说明中国大陆是一个复杂的开放体系，并形成一系列中国大陆“地质特色”：即壳幔组成的三维极不均一性、地壳运动的多旋回性、构造格局“立交桥式”的叠层性、多阶段岩浆活动的旋进性和多期成矿过程的继承性。现就大地构造格局和深部地质背景分析如下。

一、基本构造单元

从大地构造性质和地质演化历史的角度分析，中国大陆基本上是由3个相对稳定的陆块（或称地块）和5个相对活动的复合造山带所组成。之所以加上“相对”的词冠是因为在中国大陆的特殊地质条件下，相对稳定的“陆块”内部也有相当强烈活动的局部地段；在相对活动的复合“造山带”内部也有相当稳定的“微陆块”，或称“中间地块”、“中间隆起”。

（一）华北陆块

形成于吕梁运动（2500~1800Ma）的过程中，其基底由太古宙和古元古代的变质岩系所组成，其中拉斑系列和钙碱性系列的超基性、基性和中性火山岩和火山碎屑岩占相当大的比重，是“岩浆”地体的主要组成部分。其盖层包括中、新元古代浅海相碎屑岩和碳酸盐岩，在地块南缘有大范围的高钾玄武岩和少量流纹质火山岩组成双峰式裂谷沉积；寒武纪到中奥陶世为海相碳酸盐岩沉积，晚石炭世到二叠纪为海陆交互的含煤碎屑沉积岩系。中、新生代断陷盆地中除大量陆源碎屑之外，在继承性断陷盆地中可以出现钙碱富碱的基性和中性的火山岩，在上叠式断陷盆地中发育酸性和中酸性火山岩，在隆起区发育酸性和中酸性的侵入岩。上述岩浆活动集中区多分布在地块的边部，与碰撞挤压、大型走滑断裂和拉张裂谷有关，所以说华北陆块在相对的稳定中有活动，这些后期的构造-岩浆对区域成矿起着重要的作用。

（二）塔里木陆块

形成于晋宁运动（1000~850Ma）的过程中，其基底为前震旦纪的结晶片岩、片麻岩

和浅变质的碎屑岩和碳酸盐岩，从最近的研究资料表明（天津地矿所，1993），塔里木的基底不一定是华北型的，部分可能是“扬子型”的，所以在地质条件分析和对比时要谨慎。其盖层由震旦纪的浅海相碎屑岩、碳酸盐岩和冰碛岩、寒武纪—奥陶纪的海相碳酸盐岩、志留纪的浅海相碎屑岩及石炭纪—二叠纪的碳酸盐岩和碎屑岩所组成。中生代拉张盆地沉积岩系中，大部分地区缺失三叠系，其中下侏罗统以含煤为特征。新生界为巨厚的陆相沉积，其岩相古地理条件尤其在塔北地区有利于油气资源的形成。

（三）扬子陆块

形成在晋宁运动（1000~850Ma）之后，可能经历了四堡运动（1800~1000Ma）和晋宁运动两次固结，其基底主要为中新元古界，一般变质程度较低，局部为新太古代到古元古代的变质岩系，其变质程度较深，在这些基底变质岩系中局部分布有变质的中基性或中酸性火山岩。其盖层为早震旦世碎屑岩和冰碛岩以及晚震旦世到志留纪的海相碳酸盐岩和碎屑岩，泥盆纪到中三叠世的海相碳酸盐岩、碎屑岩和海陆交互的含煤岩系。在川西、滇东有大面积分布的晚二叠世裂谷-溢流玄武岩，属于拉斑和碱性系列的共生组合，下伏和周围有浅成热液型汞、锑、金、砷矿化。扬子地块周围在边缘海盆、古大陆架分布区，从泥盆纪到三叠纪分别发育不同时代的微细粒浸染型金矿，这些地区含金的粉砂岩和部分碳酸盐岩一般品位不太高，需经过后期构造破碎和热液蚀变，其品位和规模才能达到工业要求，是我国微细浸染型和火山沉积型金矿很有找矿远景的地区。晚三叠世到中生代陆内拉张盆地，发育含煤碎屑岩系、红色碎屑岩系并夹膏盐层。

（四）天山-兴蒙古生代复合造山带

该带是由一系列不同构造期形成的复合褶皱系和中间地块所组成，其中包括：西伯利亚板块南缘准噶尔-兴安复合褶皱系；塔里木-华北地块北缘的天山-赤峰复合褶皱系；准噶尔；松辽两个微地块。两个微地块大体是在元古宙未固结的。西伯利亚板块南缘的造山带，即阿尔泰-额尔齐斯褶皱系（阿尔泰-额尔古纳加里东褶皱带、额尔齐斯-喜桂图加里东-华力西褶皱带）和准噶尔-兴安岭华力西褶皱系，其构造-岩浆活动具有古海沟岛弧和弧后盆地的配套特征，即拼接带的蛇绿岩、拉斑玄武质、钙碱性安山质、英安质和流纹质的岛弧火山组合，弧后盆地的火山-沉积岩系，以及以华力西期为主的花岗杂岩系。

塔里木-华北地块北缘的造山带，即天山-赤峰复合褶皱系，包括伊林哈别尔尕-觉罗格塔褶皱系（北部华力西褶皱带，南部加里东-华力西褶皱带）和温都尔庙-西拉木伦褶皱系（北部华力西褶皱带，南部加里东褶皱带），两者均发育蛇绿岩带，并伴有低温高压蓝闪石变质带。火山岩在不同阶段分别出现岛弧-活动陆缘型亚碱性玄武岩和钙碱性中酸性火山岩，以及弧间拉张环境的双峰式火山岩。在准噶尔中间地块西缘、佳木斯地块的西缘，在早古生代都有基性、中性到酸性的亚碱火成岩和双峰式火山岩。中、新生代从挤压转向断块升降、走滑和拉张，形成一系列中生代上叠断陷盆地、拉分盆地，形成含煤碎屑岩系和钙碱性富碱的中酸性火山岩和侵入岩，新生代形成一系列裂谷盆地，发育陆相碎屑沉积、碱性和拉斑玄武岩共生的裂谷型火山岩。

（五）昆仑-秦岭地区古生代活动带

该造山带系由西昆仑、祁连-北秦岭、中昆仑-南秦岭三个褶皱系和柴达木中间地块所组成。西昆仑以华力西褶皱系为主，其基底为前寒武纪（前长城系）结晶基底，中元古代为大陆边缘火山弧，形成中性—酸性火山岩系，震旦系到下奥陶统大部分地区缺失，华

力西运动使之隆起，并伴随有广泛的花岗质岩浆活动。祁连-北秦岭褶皱系，以长城系为基底，中元古代中祁连为地台沉积，北祁连和北秦岭北部加里东期为大陆边缘火山弧，发育基性到酸性的火山岩和海相沉积岩，并伴有蛇绿岩带和蓝闪片岩带。东昆仑—南秦岭以华力西-印支褶皱系为主，具有变质较深的太古宇—古元古界和变质较浅的中上元古界的“双层”基底，晚古生代浅海相沉积，并有加里东和华力西期酸性和基性、超基性侵入岩，沿布尔汗布达山南麓东延至商南、信阳有低温高压变质带。柴达木中间地块具华北陆块型基底，塔里木陆块型盖层，中生代发育大型的断陷盆地，新生代青藏高原隆升，盆地中下沉，周边发育断块逆冲。

(六) 川-滇-青-藏活动带

该带由印度板块北缘和华南板块西缘的几个次一级的活动带及若干中间地块所组成。藏南复合构造带自南向北包括印度板块、喜马拉雅（逆冲板片）和雅鲁藏布江褶皱。自南而北分别为：喜马拉雅逆冲板块与雅鲁藏布结合带和陆缘活动带；藏滇中间板块与冈底斯-腾冲陆缘活动带和班公错-怒江结合带以及羌中南-唐古拉-保山陆块与澜沧江结合带；羌北-昌都-思茅微陆块与松潘-甘孜活动带和金沙江结合带，各结合带出现蛇绿岩带和混杂岩堆积。

(七) 华南活动带

主体为加里东褶皱系，志留纪末与扬子陆块拼合形成华南大陆。活动带包括：赣湘粤桂褶皱系——东北部为诸广加里东褶皱带，中部为湘桂华力西褶皱带，西南部为右江印支褶皱带；华夏褶皱系——西部为武夷-云开褶皱带，东部为沿海中新生代火山拗陷带；滇南-钦州华力西褶皱系——为华南裂谷残留海槽于石炭-二叠纪闭合时形成的褶皱带。

(八) 台湾活动带

台湾活动带属滨太平洋岛弧活动带的组成部分。主要为新生代褶皱系，包括海岸山脉褶皱带和中央山脉褶皱带。

中国大陆经历了古中元古代以前的几个陆核和陆块的形成、发展和晚古生代的西伯利亚板块南缘与塔里木-华北板块北缘、中生代早期的塔里木-华北板块南缘与华南板块北缘以及华南板块西缘与藏滇板块北缘、新生代早期的印度板块北缘与藏滇板块南缘对接过程。特别是燕山期以来，由于西伯利亚板块、印度板块、库拉-太平洋板块以及菲律宾海板块的相互作用，被挟持于这些板块之间的中国大陆受到强烈的改造，形成了以震旦—印支期板块为基础，以现代板块为主导的新格局。华南板块的西缘和藏滇板块卷入了川滇青藏造山带，东部陆块发生了强烈的构造-岩浆“活化”，东北的完达山板片则来自锡霍特褶皱系的推覆体，台湾中央山脉的大南澳地体，既是华南板块的活动前缘，又是欧亚板块陆缘褶皱系的一部分，包括新生代形成的沟、弧、盆系，都是欧亚板块滨太平洋活动带的重要组成部分。

二、断裂系统

中国断裂构造的空间展布，明显受大陆内部不同块体之间相互作用，以及中国大陆与周边板块之间相对运动所产生的复杂应力场所制约，而且其中继承性的大型断裂系，在不同阶段，其断裂是变化的。根据断裂系统与主要构造域之间的相关性，可以把断裂系统分为四个大的系统，即古亚洲、特提斯、贺兰山-康滇和华夏-滨太平洋等断裂系统。

(一) 古亚洲型断裂系统

主要发育在古亚洲构造域，主干断裂走向近东西，可以有次一级的波状变化。自北而南依次为准噶尔-兴安（西伯利亚板块南缘）、天山-赤峰（塔里木-华北陆块北缘）、阿尔金、昆仑-秦岭北带（塔里木-华北陆块南缘）和昆仑-秦岭南带（扬子陆块北缘）五个断裂系。各断裂系除近东西向的主干断裂之外并有一套发育程度不等的派生断裂，其中包括近南北向的张性断裂，以及北东东—北北东和北西西—北北西向的“X”形断裂。在塔里木南缘地区的阿尔金断裂系具有明显的左旋走滑的性质。

(二) 特提斯型断裂系统

包括古特提斯、新特提斯和右江三组断裂系。古特提斯断裂系，由澜沧江结合带、金沙江地壳拼接带和怒江地壳拼接带等组成，断裂走向呈反“S”状，断裂系中段近东西向，伴有南北向张裂带，西端北翘，东南段呈右旋走滑。新特提斯断裂系，以雅鲁藏布结合带为主干，西段略向南弯，东延到察隅地区急转南下，喜马拉雅地区具明显的逆冲带性质。右江断裂系，以右江、紫云-南丹断裂为主干的北西向左旋走滑断裂。

(三) 贺兰山-康滇型断裂系统

以贺兰山至康滇一带南北向断裂带为主体。攀西地区为绿汁江、安宁河和小江等三条南北向断裂形成于元古宙。中、新生代以来受到特提斯、滨太平洋两大构造域的复合作用，成为纵贯中国大陆的南北向断裂系。

(四) 华夏-滨太平洋型断裂系统

除了在断裂带基础上继承发展的歙县-德兴和绍兴-萍乡-北海结合带之外，主要包括两组断裂系：北东向断裂系，主要发育在东南沿海地区，以逆冲断裂为主，有南澳-香港、丽水-莲花山、崇安-河源、抚州-遂川、长寿街-双牌等断裂。在接近沿海部分断裂走向朝南西西偏转，派生有北西向断裂和东西—北东东、南北和北北西向一对十分发育的剪裂面。北北东向断裂系统，主干断裂走向北北东，并具左旋走滑的性质，其中包括大兴安岭-武陵断裂系，郟庐断裂系，伊兰-舒兰和敦化-密山断裂系，赣江、宜黄-宁都和鹰潭-安远断裂系等。台湾断裂系由台东纵谷结合带和西部的前陆逆冲带等一系列断裂所组成。

目前已知的规模和深度较大的断裂带，主要是不同块体的拼接带、裂谷（陷）的边界断裂和地块的转换断层等，这些“大断裂”多数是一组配套的断裂-裂隙系，而且往往具有长期发育、多期活动的继承性特征。断裂系在近地表的脆性介质中产状较陡，往深部随着介质的脆性降低、韧性增高而产状逐渐变缓，其下延深度可达中、下地壳的高导层或莫霍面，部分断裂带已影响到上地幔软流圈。这些深断裂带对我国的岩浆活动有重要制约作用。

随着对断裂带研究程度的增高，在古老的变质基底和造山带地区发现和厘定了越来越多的韧性剪切带，这些韧性剪切带都以发育糜棱岩带、构造片岩带和箭鞘褶皱为特征。在正常情况下，大部分韧性剪切带是深部剪切应变作用的产物，随着构造层次的由深变浅，可以从韧性向脆性转化，但在特定的构造环境、高的热流和应力条件下，在中生代的岩系中也可以出现韧性剪切带，这类剪切带往往又被后生的破裂所叠加，这种变形过程与叠加的热液蚀变对金矿的成矿的多次富集非常有利。

近期的地质和地球物理调查资料表明，我国多期、多层次的推覆构造十分发育，规模

较大的推覆距离可达数十公里，有的大型推覆体的位移距离越过 100km。我国已知的推覆构造主要特点是：逆冲推覆与造山作用过程相伴生，而且出现在造山带的变形强烈的地带，尤其发育在前陆褶皱逆冲带。逆冲推覆的位移方向因地而异，但是规模较大、层次较深的逆冲推覆构造多数指向前陆地带。逆冲推覆和走滑断裂常有相互联系和制约的关系，即走滑断裂常常构成推覆构造的边界或转换带，而某些平移幅度大的走滑断裂又可以推动两侧岩体发生逆冲推覆。逆冲推覆和滑脱构造之间也有一定的内在联系，即逆冲推覆常常发生在造山过程的早、中期，而滑脱构造则多半见于造山过程的晚期或期后阶段；逆冲推覆在空间上往往发生在造山带的中深层次，而滑脱构造则多半见于造山带较浅的层次。我国西部古生代造山带的有些金矿化就发育在滑脱构造作用阶段。

一般区域性深大断裂为控岩构造，次级断裂或裂隙带为控矿构造，两组或多组断裂的复合交汇部位是成岩成矿的有利部位。

三、中国大陆的构造域

(一) 北方陆缘构造域

该陆缘构造域主要由几个不同时代的褶皱带和若干小的中间地块所组成，其中包括中亚褶皱带（额尔古纳和佳木斯早加里东褶皱带，阿尔泰和嫩江中、晚加里东褶皱），兴蒙褶皱带（准噶尔、兴安-内蒙古和张广才岭海西褶皱带），以及元古宙未固结的准噶尔和佳木斯中间地块。

(二) 北部大陆及其南、北陆缘构造域

该构造域由两个地台、两个小地块和六个褶皱带（区）所组成，其中包括以前寒武纪变质岩系（在阜平、吕梁、中岳和晋宁期先后固结的）为基底的华北陆块和塔里木陆块，在晋宁期固结的柴达木陆块和兰州-西宁陆块，以及天山（海西）褶皱区、内蒙古南部（古生代）褶皱带、祁连（加里东）褶皱区、昆仑（海西）褶皱区、秦岭（印支、古生代）褶皱区。

(三) 中国南部大陆及其陆缘构造域

该构造域由一个地块、一个中间小地块、四个褶皱区和三个褶皱带所组成，主要包括以吕梁期—晋宁期固结的前寒武变质岩系为基底的扬子地块，扬子地块西为以元古宙为基底的羌塘地块，松潘-甘孜（元古宙—印支）褶皱区、昌都-思茅（元古宙—印支）褶皱区、安康-桐柏（加里东）褶皱带，扬子地台以东为华夏（加里东）褶皱区、东南沿海褶皱区和右江（印支）褶皱带。

(四) 冈瓦纳大陆及其陆缘构造域

该构造域由两个地块、三个褶皱带所组成，其中包括喜马拉雅地块和冈底斯地块，拉萨那曲（燕山）褶皱带、阿里（燕山）褶皱带和雅鲁藏布江（喜马拉雅）褶皱带。

(五) 中国东部滨太平洋构造域

该构造域除那丹哈达（燕山）褶皱带和台湾（喜马拉雅）褶皱带之外，其他燕山期和喜马拉雅期的构造变动、岩浆活动和成矿作用均重叠在中国东部滨太平洋地区（波及东经 102°~ 106°一带）的其他三个构造域之上。这与环太平洋的其他区段有明显的区别。

中国东部滨太平洋构造域对燕山期的成矿作用有重要意义，其特点是：印支运动以

后，联合成一个整体的欧亚大陆板块与库拉-太平洋板块之间，发生了相对运动和物质-能量的相互作用，其波及范围大致在东经 102°~ 106°之间，大致在贺兰山—龙门山—康滇南北向构造带以东，呈北东和北北东轴的构造，重叠于以前的构造域之上。时间上，从侏罗纪开始逐渐增强，形成一套断陷带和隆起带相间出现的类似的“盆-岭”构造系。自西而东依次为：

1. 鄂尔多斯-四川前陆拗陷带

继承印支期盆地继续发展，分别于晚白垩世和喜马拉雅期整体上升，其西侧狭长而深陷，东部则呈宽阔的斜坡。四川盆地是其西侧特提斯造山带的前陆盆地，又是东侧太平洋造山带的前陆拗陷盆地。

2. 大陆构造-岩浆“活化带”（或称断块隆升-断陷相间带）

该带包括：

(1) 大兴安岭-太行山-武陵山隆起带

该带为一组北北东向断裂褶皱系所组成的陆内山链，也是一条明显的深成梯级带，为中国东部中生代岩浆岩带的西侧边界。该隆起带北段的大兴安岭和太行山发育印支晚期、燕山中期的花岗岩、中基性及中酸性的火山岩带；其中、南段的武陵山、雪峰山则发育侏罗山式褶皱和朝四川前陆盆地方向的逆冲推覆构造，具有前陆逆冲带的特点。

(2) 松辽-华北-江汉断陷带

该带是发育在燕山早中期隆起构造背景上，燕山晚期至喜马拉雅期的断陷带，某些区段发育具有裂谷或裂陷槽的性质。在大兴安岭-武陵山山链以东，郯庐断裂以西，形成数百个地堑和准地堑式陆相盆地。松辽地区裂陷作用始于晚侏罗世，伴有双峰式火山喷发。华南地区为小型北东—北北东向盆地群，形成过程始于早白垩世，到晚白垩世得到进一步发展，伴有玄武岩喷溢，此后逐渐萎缩。

(3) 长白-诸广构造隆起带

该带包括长白、胶辽、诸广和南岭地区，是侏罗世的构造隆起带，呈斜列分布，并伴有北东和北北东向断裂网络，该隆起带的局部地段为松辽和华北断陷的叠掩，具有板内挤压、地壳拆离、滑脱、深层重熔、地壳上隆和形成大量重熔型花岗岩，少量同熔型花岗岩。

(4) 东南沿海火山-深成岩浆弧

主要形成于晚侏罗世到早白垩世。包括粤、闽、浙沿海火山-深成岩带。此时库拉板块自玉里带朝北北西向俯冲至武夷山的东侧，形成大量钙碱性火山岩和花岗岩；以郯庐为代表的右行平移大型走滑断裂带，也进入了活跃时期，形成了一系列派生构造和钙碱富碱的中性和中酸性侵入岩和火山岩。

3. 陆缘活动带

那丹哈达岭-台湾碰撞造山带，此带形成于晚白垩世到第三纪。其中那丹哈达岭为外来板片，台湾为弧陆碰撞造山带。台湾西部中央山脉北与钓鱼岛隆起相接；东部的海岸山脉与吕宋岛弧连为一体。

我国火山岩及相关侵入岩地区的金矿的成矿构造环境主要是大陆板块边缘活动带、中生代断陷盆地边缘火山岩浆带及陆内深大断裂带。

第二节 火山地质背景

一、前寒武纪变质基底火山地质

前寒武纪，中国大陆上不同的大地构造域发育了不同的火山岩浆作用，其产物都发生了不同程度的变质作用，形成一系列变质岩系。根据变质岩原岩恢复后的成果来探讨该时期的火山作用地质背景，同时根据金矿床的研究成果来描述该时期变质基底的主要容矿岩系特征。

(一) 太古宙—古元古代火山地质背景

中国的太古宙—古元古代为陆核的形成、发展时期，火山岩浆作用主要发生在古陆核和其间的古大洋环境中。

1. 火山地质环境

(1) 古陆核环境

代表这种环境的有两种岩石组合：第一种是由英云闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩和紫苏花岗岩类所组成的岩石组合，即所谓“TTG岩套”，变质后为麻粒岩和片麻岩组合，构成了古陆核的主体；第二种是由基性火山岩、部分中酸性火山岩以及各种火山沉积岩和正常沉积岩所组成的岩石组合，变质后形成斜长角闪岩类、辉石麻粒岩类、长英质片麻岩和变粒岩以及少量磁铁矿石岩、石英岩和大理岩，构成古陆核的上地壳成分。

(2) 古陆核古隆起之间的古大洋环境

该环境中形成的火山岩组合有两种：第一种由拉斑玄武岩和钙碱性玄武岩所组成，并伴生有数量不等的超镁铁质火山岩（富镁、低铝），化学成分类似于科马提岩，该火山岩组合直接发育在古洋壳上；第二种以拉斑玄武岩和少量偏酸性的火山岩组成的“双峰式”火山岩组合，主要发育在靠近古陆核的边缘海盆或裂隙槽内。当相邻两陆核发生拼合时，这两种火山岩组合则发生变形变质，形成了围绕古陆核呈弧形分布的“绿岩带”。因此，绿岩带既代表了古陆核之间的拼接带，又代表了古陆核的增生带。

2. 火山作用阶段

(1) 前吕梁期

该期火山岩主要分布在华北陆块的北部，其次在佳木斯陆块和塔里木陆块的南缘、扬子陆块的北缘和西缘，是太古宙的迁西群、鞍山群、龙岗群、乌拉山群、阜平群、泰山群以及新疆达格拉格布拉克群的重要组成部分，以拉斑系列的基性火山岩为主，晚期有向中-酸性演化的趋势。已知最老的基性火山岩是迁西群中的拉斑玄武岩（ $3515\text{Ma} \pm 80\text{Ma}$ ，Sm-Nd法），其次为钙碱性-拉斑玄武岩（ $> 3000\text{Ma}$ ）、拉斑-碱性玄武岩（ $2800 \sim 2600\text{Ma}$ 、 $2600 \sim 2500\text{Ma}$ ）。与火山岩密切共生的侵入岩为超镁铁质、镁铁质的方辉橄榄岩、橄榄岩、蛇纹岩和辉长岩，它们呈似层状和透镜状，与围岩一起经历了强烈的挤压、褶皱和变质作用。

此外，该期还有酸性的英云闪长岩和花岗岩，同位素年龄在 $2500 \sim 2800\text{Ma}$ 之间，但还有更老的年龄报道，如河北迁西曹庄的英云闪长岩为 33 亿年，辽宁鞍山的花岗质岩石为 38 亿年（锆石离子探针 U-Pb 年龄，刘敦一等）。

(2) 吕梁期

该期火山岩主要分布在华北陆块的北部、东北佳木斯、西北天山和中部昆仑-秦岭、川滇等地，是古元古代的溱沱群、集安群、秦岭群、哀牢山群、那拉提群及其相当地层的重要组成部分。在天山西段多属钙碱性系列，华北北部多属亚碱性系列（拉斑-钙碱性），中祁连山西段和柴达木南缘为高铝玄武岩和碱性玄武岩，川西南和滇东等地为高钠质的双峰式火山岩（大红山群）。

该期的侵入岩为超镁铁岩、镁铁岩、中性岩及酸性岩类。其中川西米易垭口和滇中桂花村镁铁质岩体的年龄分别为 1713Ma 和 1950Ma（K-Ar 法），晋北、川西、滇中分布的富铁质镁铁质岩墙年龄为 1800~1850Ma。在川西米仓山—龙门山—攀西一线断续分布花岗岩带及晚期的富钾花岗岩枝或岩墙。此外还有晋西桃科斜长花岗岩（1770Ma，K-Ar 法）、胶北玲珑片麻状花岗闪长岩（1903Ma，Rb-Sr 法）、黑龙江双鸭山胜利屯花岗岩（1705Ma，U-Pb 法）和山西吕梁山地区的花岗岩（2050Ma，K-Ar 法）。

(二) 中、新元古代的火山地质背景

中国的中、新元古代是古陆的增生时期，火山活动的构造背景与太古宙—古元古代的明显不同，而表现出类似于现代板块构造的活动大陆边缘的火山弧带、弧后盆地和大陆边缘裂陷槽等构造环境的特征。各种构造背景下火山活动的特点及其岩石组合亦具有较大的差异。

1. 火山地质环境

(1) 类活动大陆边缘（或岛弧）环境

该环境中火山作用较强烈，岩石组合以亚碱性系列的玄武质、玄武安山质为主，其次为安山质、英安质和流纹质的火山岩及相应的火山碎屑沉积岩。此外，还有正常沉积的细碎屑岩及碳酸盐岩，有时还伴生代表洋壳残片的蛇绿岩。这些岩系常常发生绿片岩相到低角闪岩相的变质作用，同时发育逆冲断裂和剪切带。

(2) 类弧后拉张盆地环境

该环境中的火山作用不太强烈，在盆地沉积过程中，有时会出现玄武质火山活动。主要岩石组合为火山碎屑沉积岩、细碎屑浊积岩（有时含炭质）和碳酸盐岩及数量不等的玄武岩，它们常遭受了低绿片岩相到低角闪岩相的变质作用。

(3) 类陆缘裂陷槽或古陆边缘拉张盆地环境

该环境中的火山作用较强烈，岩石组合以富钾的玄武岩和玄武安山岩为主，其次为少量的流纹质火山岩以及一定数量的海相细碎屑岩和碳酸盐岩。火山活动的最大特征是“双峰式”。

2. 火山作用阶段

(1) 四堡期

该期的火山活动主要在长城纪，发育在类陆缘裂陷槽内。火山岩主要分布在塔里木-华北板块的南、北缘和扬子陆块的南缘等地。西部天山婆罗科努岩带以钙碱性系列为主，燕山地区为铝过饱和系列的超钾质岩系；河南熊耳群火山岩为弱碱性系列；昆仑、秦岭为中基性和中酸性钙碱性系列；陕西为富钠质的拉斑-钙碱性玄武岩系列；四川发育双峰式的钙碱-碱性系列火山岩；桂北、黔东和赣南为基性火山岩，其中有一部分可能为辉长质-玄武质科马提岩。

此外，在秦岭、神农架、龙门山、攀西和桂北地区有超镁铁—镁铁质岩，在天山巴仑台、东北佳木斯、湖北黄陵、四川米仓山地区有酸性侵入岩。已获得同位素年龄的岩体有：河北承德斜长岩（ (1686 ± 193) Ma, Rb-Sr 法； (1735 ± 239) Ma, Sm-Nd 法）、北京密云环斑花岗岩（1588Ma, K-Ar 法）、贵州梵净山花岗岩（966Ma, K-Ar 法）、广西九万大山黑云母花岗岩（ (1130 ± 200) Ma, Rb-Sr 法； (952 ± 86) Ma, U-Pb 法）等。

(2) 晋宁期

本期火山岩多为新元古代地层的组成部分，黑龙江分布有中酸性火山岩，中祁连为中基性火山岩，鄂北为细碧-角斑岩（976Ma, U-Pb 法；800~1000Ma, Rb-Sr 法），鄂中发育玄武质-流纹质双峰式火山岩（846Ma, K-Ar 法），扬子南缘以高铝和拉斑系列玄武岩为主。侵入岩为超镁铁岩、镁铁岩和中酸性、酸性岩，如晋南神仙岭中酸性杂岩体（846.9Ma, K-Ar 法）、河南灵宝黑云母花岗岩（999Ma, U-Pb 法）、栾川钾长花岗岩（1076Ma, Rb-Sr 法）、江西新余的辉石角闪橄榄岩等。

(3) 震旦期

火山岩多出现在早期，主要分布在四川攀西、龙门山、米仓山和大巴山一带，为中酸性熔岩和火山碎屑岩（738.59~812Ma），赣中南及闽西北武夷山地区发育酸性和中基性火山岩，黑龙江海林、尚志和吉林珲春等地区为中性、中酸性和酸性熔岩（672Ma, Rb-Sr 法）。侵入岩多出现在晚期，在米仓山、龙门山及泸定—泸沽一带为花岗岩和碱性花岗岩（608~816Ma），浙江陈蔡群中有石英二长岩、钾长花岗岩和石英正长岩（644Ma, U-Pb 法；641~720Ma, K-Ar 法），河南内乡分布有石英闪长岩和花岗闪长岩（747Ma, U-Pb 法；617~795Ma, K-Ar 法），栾川出露辉长岩（711Ma, Rb-Sr 法），黑龙江张广才岭有闪长岩和碱长花岗岩（627Ma, Rb-Sr 法；672Ma, Rb-Sr 法）等。

(三) 前寒武纪变质岩系与金矿关系

火山岩地区金矿与前寒武纪变质基底有着密切的成因联系，某些前寒武纪变质岩系可能为金矿床的形成提供了部分成矿物质源和特定的原岩组合（火山岩、火山沉积岩或细碎屑岩、碳酸盐岩等），在较浅的变质作用条件下促使了金的“预富集”，部分前寒武纪变质岩系成为金矿的重要容矿围岩。

1. 主要容矿岩系

(1) 太古宇容矿岩系及特征

中国太古宇金矿容矿变质岩系主要出露在华北陆块的北缘、南缘和东侧，塔里木陆块的局部地方亦有出露。它们是：吉林夹皮沟群、辽东鞍山群、辽西建平群、冀东迁西群（八道河群、卢龙群）、冀北单塔子群、冀西北桑干群、内蒙古集宁群和乌拉山群、山西五台群和阜平群、山东胶东群和豫陕太华群。其中构成大、中型金矿容矿围岩的有夹皮沟群的老牛沟组（2639Ma, 锆石 U-Pb 法）、胶东群的蓬乔组（2670Ma, 锆石 U-Pb 法）、八道河群的王厂组（2500~2800Ma）、桑干群的涧河沟组（2400Ma, 锆石 U-Pb 法）和化家营组（2790Ma, Rb-Sr 等时线）、建平群的小塔子沟组（2258~2293Ma）、太华群的阎家峪组（2599~2620Ma）和五台群（2500~2800Ma）。

上述这些金矿容矿岩系，不论岩性为何，其金的丰度大多低于金的克拉克值（如夹皮沟群等），少数接近（如建平群）或略高（如桑干群）于金的克拉克值，说明变质作用使整个岩系中的金发生活化迁移，有可能在岩系的局部地区发生富集。