

# 华南钨矿成因



卢焕章博士著



重 庆 出 版 社

# 华南钨矿成因

卢焕章博士 著

重 庆 出 版 社

一九八六年·重庆

## 内 容 提 要

本书是一本有关中国钨矿和流体包裹体研究方面的专著,也是作者在美国宾夕法尼亚大学的博士论文。本书详细论述了华南钨矿产出的地质背景,提出了钨矿的分类,用流体包裹体研究了钨矿形成的物理化学条件(包括钨矿形成的温度、压力、成分、成矿流体的密度、盐度和来源),也作了氢、氧稳定同位素的研究。在此基础上,作者提出了形成华南钨矿的可能模式。本书可作为广大地质院校师生,科研单位和野外从事地质教育、研究和生产工作的同志参考。同时也可供攻读硕士、博士学位的研究生撰写毕业论文的参考。

**华南钨矿成因**

卢焕章博士 著

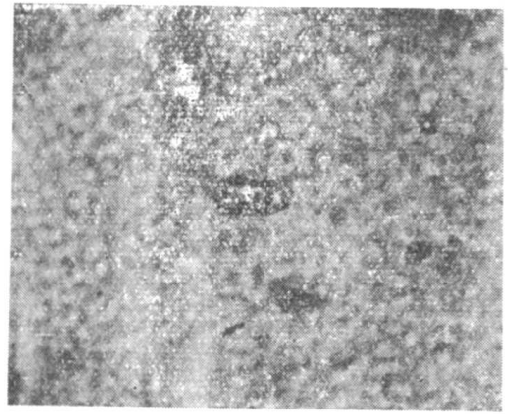
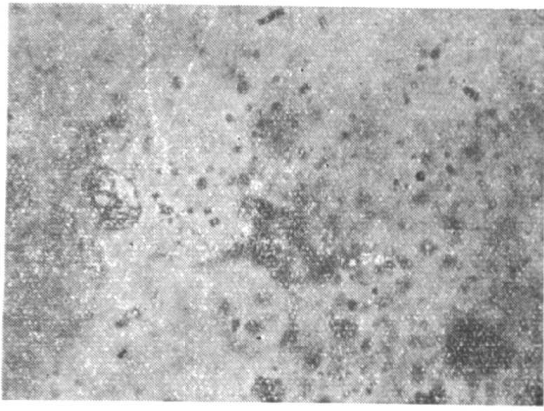
重 庆 出 版 社 出 版 (重庆李子坝正街102号)  
新 华 书 店 重 庆 发 行 所 发 行  
重 庆 印 制 一 厂 印 刷

\*

开本850×1168 1/32 印张7.375 插页4 字数175千  
1986年2月第一版 1986年2月第一次印刷  
科技新书目 107—262 印数 1—1,300

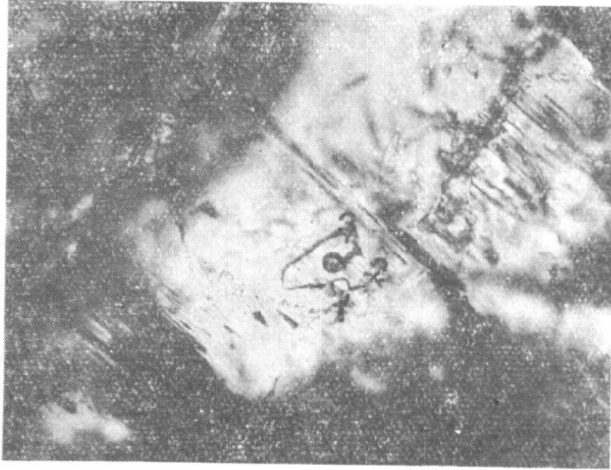
书号: 13114·26

定价: 2.05元



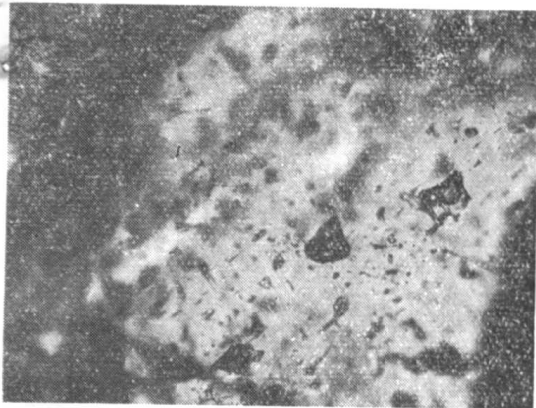
与钨矿有关的燕山期黑云母花岗岩中之  
熔融包裹体 (千里山, 70×)

矽卡岩钨矿中之气体包裹体  
(石英中, 东坡, 210×)

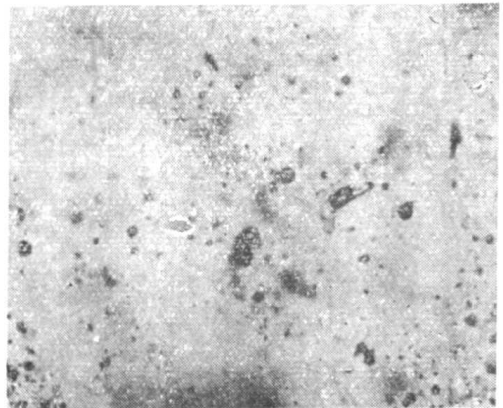


含子矿物包裹体

(1. 方解石, 2. 未知高重折射率的子矿物, 3. 石堇, 管山石中, 东坡, 264×)

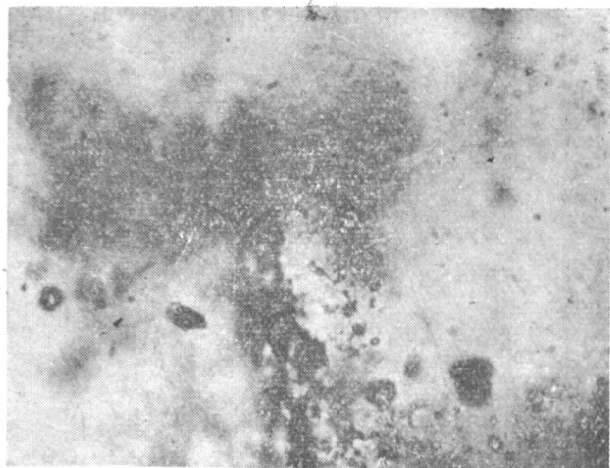


含子矿物包裹体  
(东坡, 石榴石中, 210×)



斑岩型钨矿中液体包裹体  
(莲花山, 石英, 210×)

2A 591/9

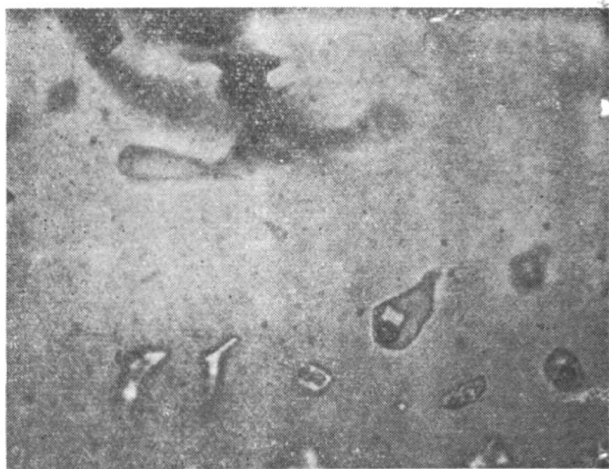


斑岩型钨矿中气体包裹体

(莲花山, 石英, 240×)

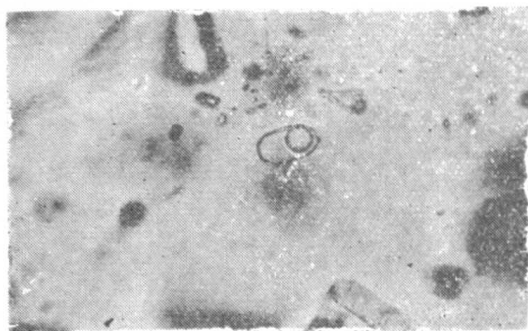
斑岩型钨矿中含NaCl子  
矿物包裹体

(莲花山, 石英, 200×)



斑岩型钨矿中含NaCl和KCl子  
矿物包裹体

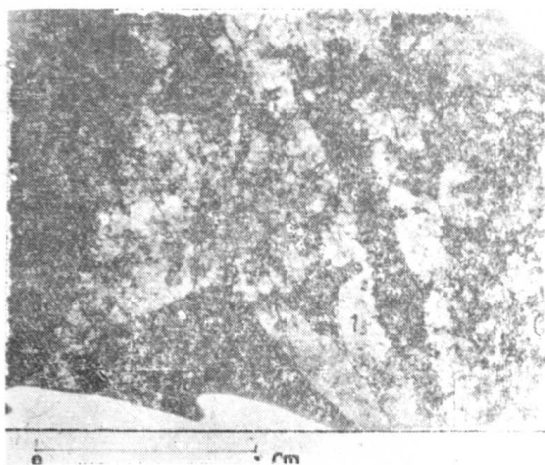
(莲花山, 石英, 240×)



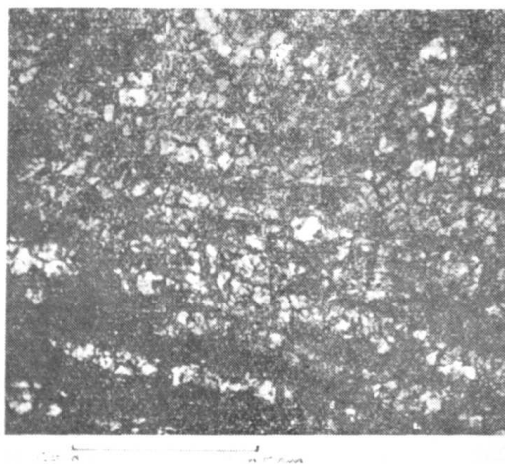
热液石英脉中液体包裹体  
(盘古山, 264×)



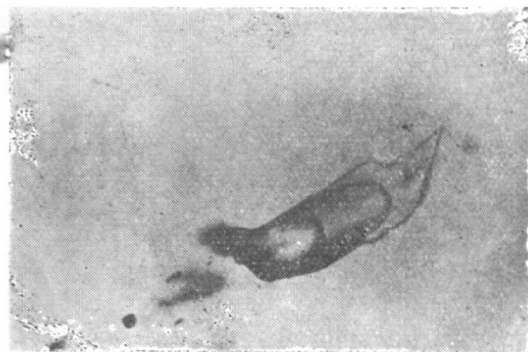
热液石英脉石英中液体包裹体  
(新坊, 106×)



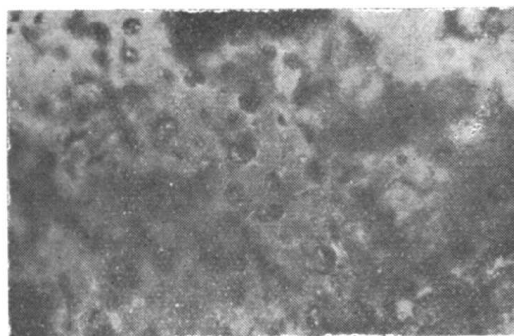
斑岩钨矿中之角砾状矿石  
(角砾为石英斑岩, 被黑钨矿、硫化物细脉所充填)



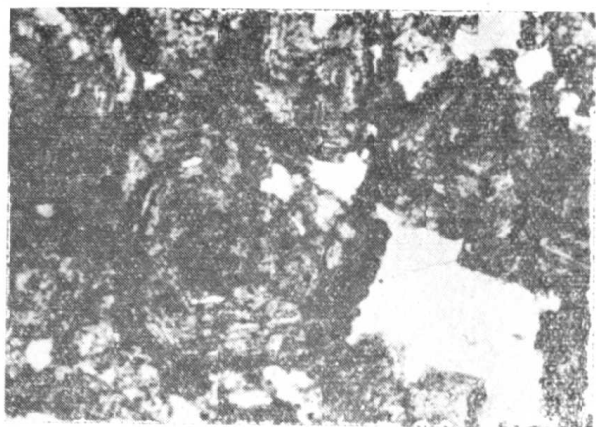
条带状云英岩  
(含黑钨矿云英岩呈白色条带产出, 东坡)



含液体 $\text{CO}_2$ 包裹体(江西西华山, 264×)



与热液石英脉有关的花岗岩石英中的  
流体包裹体(湖南瑶岗仙, 264×)

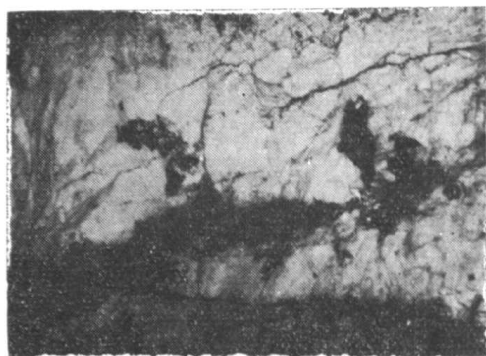


### 矽卡岩型钨矿

(环带状石榴石, Fl. 萤石 sh. 白钨矿, 东坡, 24×)



美国犹太州 Tooele县



### 热液石英脉

(白色为石英, 黑色为黑钨矿, 脉壁两侧为花岗岩, 脉宽为 1.2 米, 西华山钨矿)



### 世界上第一块黑钨矿标本

(1940年前见于华南砂矿, 引自K.C.Li et. al. 1943) 原大

## 序 言

---

华南钨矿，无论就储量或产量来说，均属世界第一，而且远景还十分宽阔。

解放后，我国钨矿事业，包括普查，勘探，生产，科研均取得了快速的进展。近年来，各方面都在进行总结。1981年在江西举行的国际钨矿地质学术讨论会更是集中地反映了我国钨矿地质的科研成果。

卢焕章同志的《华南钨矿成因》也是这种总结的一个侧面。它的特点是侧重从流体包裹体的研究来探讨钨矿的成因。这本书也是作者在美国著名的宾夕法尼亚大学所作的博士论文。作者对流体包裹体有长期的研究经验，加上包裹体大师E·Roedder博士(Edwin Roedder，全美矿物学会副主席，国际成矿溶液包裹体委员会主席，美国地质调查所高级研究员)等人的指点，完成了对一些钨矿床的包裹体的深入研究。通过包裹体研究，作者提出了成矿溶液的温度、压力、盐度、成分和稳定同位素等方面的数据，从而对钨矿形成的物理化学条件有了较确切的了解。

十多年来作者曾考察了我国华南五省的十余个钨矿床，对24个钨矿床作过流体包裹体的研究，对其中的十个作了较深入的地质和流体包裹体研究。书中，作者详细论述了热液石英脉型、砂卡岩型和斑岩型钨矿的地质特征及矿物组合，并用电子探针研究

了矽卡岩钨矿的分带和各带化学成分的变化。

作者还对中国、加拿大和美国等国的钨矿地质和流体包裹体作了研究和对比。

在上述基础上，作者提出了钨矿形成的可能模式。

相信，这本书的出版对钨矿的生产、教学与科研均将有所裨益。它也将会促进对钨矿成因的深入研究。

涂光炽

一九八三年十二月二十五日

# 目 录

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 序言                                        | 1  |
| 绪论                                        | 1  |
| 第一章 华南地质概述                                | 7  |
| 第一节 华南的造山运动和地质构造                          | 7  |
| 第二节 华南主要出露的地层                             | 8  |
| 第三节 火成岩                                   | 10 |
| 第二章 与钨矿有关的花岗岩                             | 13 |
| 第一节 华南花岗岩类的时代                             | 13 |
| 第二节 华南侵入岩的主要地质特征                          | 16 |
| 第三节 华南岩浆岩的岩石化学成分                          | 20 |
| 第四节 钨和其它一些微量元素在华南花岗岩类中的<br>分布             | 26 |
| 第五节 华南一些与钨矿有关的花岗岩类的稳定同位<br>素研究以及花岗岩类成因的讨论 | 33 |
| 第六节 华南花岗岩和钨矿床在时间和空间上的关系                   | 38 |
| 第三章 华南钨矿的分类及地质特征                          | 42 |
| 第一节 钨矿研究的历史                               | 42 |
| 第二节 钨的矿物学                                 | 43 |
| 第三节 华南钨矿的分类                               | 49 |
| 第四节 热液石英脉型钨矿的地质特征                         | 56 |
| 第五节 矽卡岩型钨矿                                | 66 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第六节 斑岩型钨矿                 | 120 |
| 第七节 层状和层控型钨矿              | 131 |
| 第四章 华南钨矿的流体包裹体研究          | 133 |
| 第一节 包裹体研究的基本原理            | 134 |
| 第二节 热液石英脉钨矿中流体包裹体研究       | 161 |
| 第三节 矽卡岩型钨矿的流体包裹体研究        | 172 |
| 第四节 斑岩型钨矿的流体包裹体研究         | 185 |
| 第五节 其他类型钨矿的流体包裹体研究结果      | 196 |
| 第五章 华南一些钨矿形成条件的讨论和可能的成矿模式 | 197 |
| 第一节 热液石英脉型钨矿              | 197 |
| 第二节 矽卡岩型钨矿形成条件的讨论         | 200 |
| 第三节 斑岩型钨矿形成条件的讨论          | 204 |
| 第六章 结论                    | 208 |
| 主要参考文献                    | 212 |
| 附录                        | 227 |
| 华南钨矿成因(英文摘要)              | 227 |
| 华南钨矿成因(英文目录)              | 231 |

## 绪 论

---

钨是一种银白色的金属，粉末状的钨呈灰色或黑色。钨在国民经济中占有很重要的地位。钨之所以重要，是由它和它的合金与化合物的不寻常的性质所决定的。在所有金属中，纯的钨金属具有很高的密度( $19.35\text{g/cm}^3$ )、很高的熔点( $3410^\circ\text{C}$ )和最大的抗张强度( $41500\text{kg/cm}^2$ )。它具有高的升华热，沸点为 $5930^\circ\text{C}$ ，低的可压缩性和低的热膨胀系数。钨的价值直接取决于它的这些性质。钨常用于制造机械工业、建筑工业和矿山机械工业的金属品。工具钢、钻头、叶轮机的叶片、火箭的喷嘴、阀门、拉金属丝的模子都离不开它。钨也可以作为核子和空间工业的材料。钨的另外一个用途是在电子工业上，特别是灯泡中的灯丝、电焊条、电极和高温的热电偶。钨的化合物可用作油漆、颜料、陶瓷的配料，也可以用作催化剂。钨酸钠是一种很重要的防火试剂。钨的硫化物和硒化物可用作润滑剂。据近几年的统计看来，其中大约88%的钨是被用作碳化钨，15%用于合金钢和有色金属合金，15%用于金属钨和以钨为主的合金中，2%用于各种化工工业。

钨在经济上的重要性不仅由于它具有上述特殊性质和广泛的应用；而且在有些用途上，对它是不能用其它东西来取代的。钨曾被用于在工具钢和高温的多金属合金中代替钼，但是钼合金

的硬度低，且不耐用。碳化钛、铝和工业金刚石只能在某种程度上可以代替钨而用于切削工具上。钨在电气工业上的用途，特别是白炽灯的灯丝，至今仍然是以钨作原料。所以钨在工业中很有前途。

钨是由钨矿经开采、选矿、冶炼而生产出来的。那么世界上钨的产量和储量是多少？钨矿主要分布在什么地方？这些是人们十分关心的问题。下面我们先来看看钨的世界产量。表1列出了从1970年以来世界和中国每年的钨产量。表2列出了1978年世界各主要产钨国的产量。表3列出了对世界上钨矿储量的估计。需要说明的是，在这些表中所列有关我国钨的年产量和储量均为估计值，不是真正的实际产量和储量，作者相信实际数字可能远远超过表中所列的数据。我们从这三个表中可以得出以下几点看法：

① 世界钨的产量是明显地增长的，这反映了世界经济对钨的需求量日益增长。

② 我国的钨产量占世界的首位，且每年有所增长。其它产钨多的国家依次是苏联、朝鲜、泰国、美国和玻利维亚。

③ 我国的钨储量也占世界第一位。其他重要的国家依次为加拿大、苏联、美国、朝鲜和澳大利亚。美国的斯塔福德 (Stafford 1980) 估计世界钨矿储量为  $14900 \times 10^6$  磅 (表3)。最近，根据美国地质调查所地质学家的估计，世界上钨的储量大约为1.2—2.2百万吨，其中55—70%的储量分布在中国。

在中国，90%的钨矿是产在华南，即江西、湖南、广东、广西和福建五省。

我国对钨矿的研究有很长的历史，在古代文献中有报道。解放以来，发展更加迅速，对钨矿进行了很多研究，特别是在华南五省工作的地质队和钨矿山作了大量的实际工作。南京大学、中国科学院地球化学研究所、地质部以及地质部、冶金部各有关研

表1 世界钨产量 (1970—1980年)

| 年    | 产 量 | 世界钨产量<br>(吨) | 中国钨产量<br>(吨) | 占世界总产量<br>(%) |
|------|-----|--------------|--------------|---------------|
| 1970 |     | 32368        | 7000         | 21.63         |
| 1971 |     | 36625        | 7000         | 19.11         |
| 1972 |     | 38534        | 7500         | 19.46         |
| 1973 |     | 38170        | 8000         | 20.96         |
| 1974 |     | 37357        | 8500         | 22.57         |
| 1975 |     | 38306        | 9000         | 23.50         |
| 1976 |     | 42270        | 9000         | 21.29         |
| 1977 |     | 42675        | 10000        | 23.43         |
| 1978 |     | 45459        | 10000        | 22.00         |
| 1979 |     | 45103        | 10000        | 22.17         |
| 1980 |     | 53273        | 15000        | 28.16         |

根据美国矿产局年报统计, 其中中国的钨产量系该局估计值

表2 1978年世界钨产量 (单位: 千磅)

| 序 号 | 国 家     | 产 量    | %      |
|-----|---------|--------|--------|
| 1   | 中 国     | 22000  | 21.97  |
| 2   | 苏 联     | 18700  | 18.68  |
| 3   | 朝 鲜     | 10474  | 10.46  |
| 4   | 泰 国     | 7026   | 7.02   |
| 5   | 美 国     | 6896   | 6.89   |
| 6   | 玻 利 维 亚 | 6288   | 6.28   |
| 7   | 其 他     | 28741  | 28.70  |
|     | 世界总产量   | 100127 | 100.00 |

据P.T.斯塔福德 (Stafford) 1980

表3 世界钨矿储量 (单位: 百万磅)

| 序 号 | 国 家     | 储 量   | %     |
|-----|---------|-------|-------|
| 1   | 中 国     | 8000* | 53.69 |
| 2   | 加 拿 大   | 1295  | 8.69  |
| 3   | 苏 联     | 1170  | 7.85  |
| 4   | 美 国     | 995   | 6.67  |
| 5   | 朝 鲜     | 890   | 5.97  |
| 6   | 澳 大 利 亚 | 810   | 5.44  |
| 7   | 其 他     | 1740  | 11.69 |
|     | 世界总储量   | 14900 | 100   |

\* 估计值

据 P.T.斯塔福德 (Stafford) 1980.

研究所都作了大量的研究工作, 并相继发表了不少论文和出版了一些出版物。在这中间, 徐克勤、莫柱荪、康永孚、涂光炽、苗树屏、李秉伦、刘义茂等人对钨矿地质都进行过详细的研究。为了对比国内外钨矿研究的现状, 作者曾利用美国宾夕法尼亚图书馆的电子计算机查阅了近千篇文献。在查阅文献过程中, 发现国外对中国钨矿的了解是很少的。迄今国外还在引用徐克勤先生1943年在“经济地质”杂志上所发表的《江西南部钨矿》的资料。甚至在1980年美国矿产局出版的《矿山年报》中仍然引用徐克勤文章中的一些段落和文中的《江西南部钨矿地质图》。实际上, 自从徐克勤先生的论文发表以来的40年中, 中国钨矿的研究发生了巨大的变化。徐先生的论文中只述及到江西南部的云英岩、伟晶岩和含钨石英脉三种类型的矿床; 而现在中国钨矿的分布已遍及中国南部五个省, 矿床的类型也发展到近10种。所以, 总结四十年来中国钨矿地质的发展和进步是十分必要的。

中国科学院地球化学研究所在涂光炽教授的指导下, 曾组织力量对华南花岗岩及各种矿产包括钨矿在内, 进行了研究 (作者

是这个研究队伍中的一员)。出版了《华南花岗岩的地球化学》一书。近年来陆续出版了一些有关华南花岗岩的书籍(南京大学1981, 莫柱荪等1980)和有关钨矿的书籍(柳志青1980, 朱焱龄等1981)。但是, 这些书籍主要是述及华南花岗岩及钨矿地质部分, 对钨矿床成因及其形成的物理化学条件讨论不多, 更未讨论形成钨矿的可能模式。作者自1972年以来, 对二十余个不同类型的钨矿区的495个样品, 采用了化学分析、岩矿鉴定、稳定同位素和流体包裹体等方法进行研究。同时也对比了美国、加拿大一些钨矿的特征。在这个基础上进而探讨了华南钨矿的成因。本书阐述了形成华南钨矿的地质背景, 华南钨矿与燕山期花岗岩的关系, 钨矿的分类及重要类型的钨矿—热液石英脉型、矽卡岩型和斑岩型的主要地质特征; 研究了形成钨的成矿溶液的物理化学条件, 提出了形成华南钨矿的模式。

但是由于作者水平有限、实际经验少, 文中一定存在许多不妥之处, 敬请各位专家、学者和读者指正。

