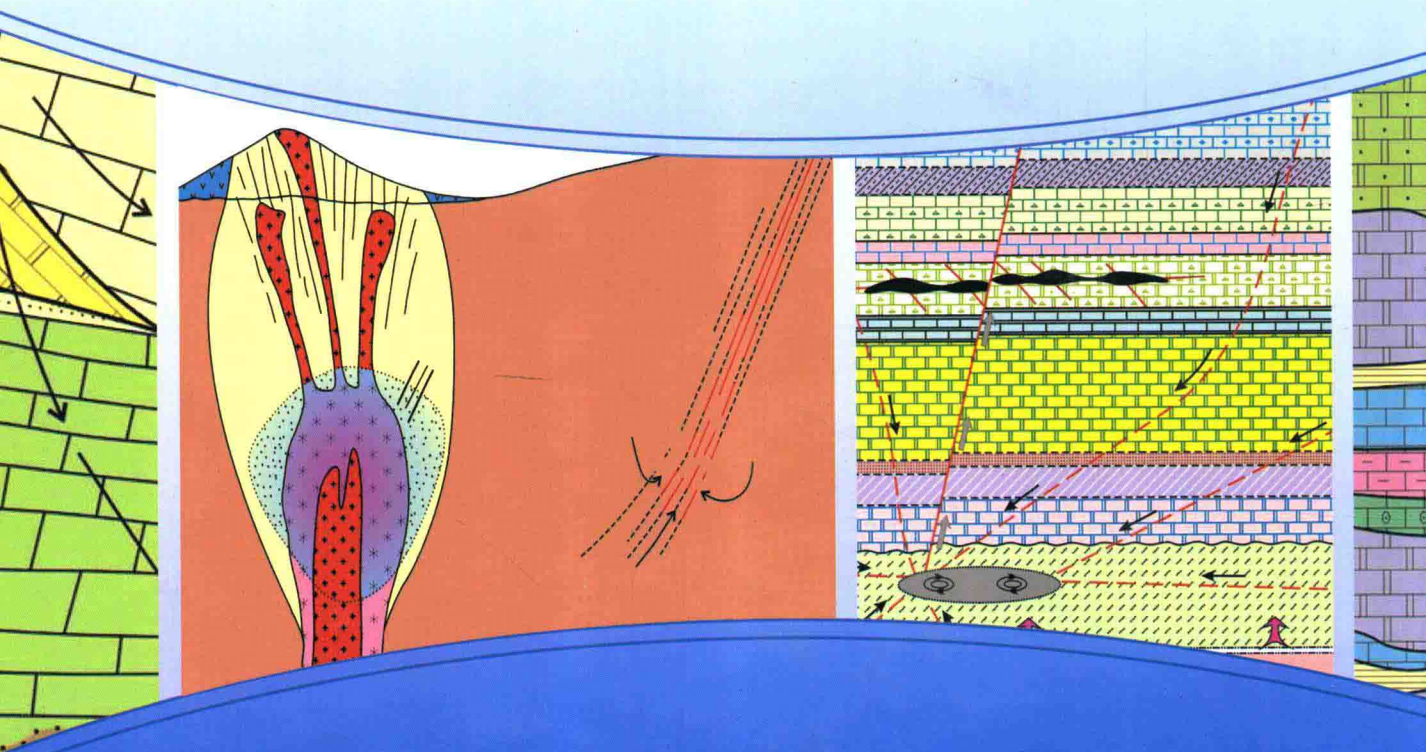


# 中国矿床模型概论

ZH

ANGCHUANG MOXING GAILUN

毛景文 张作衡 裴荣富 主编



地质出版社

# 中国矿床模型概论

毛景文 张作衡 裴荣富 主编

地质出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

矿床模型(包括成矿模型和找矿模型)是矿床形成的地质背景、过程、时空分布规律和找矿标志的高度概括,客观而有效的矿床模型是指导在相同成矿区带开展找矿评价的理论基础。矿床模型研究成果不仅是成矿理论的具体表述,而且可以有效地指导找矿勘查。本书研究置于国际平台,结合我国矿产资源特点,将成矿环境作为一级建模要素,将矿床类型作为次级要素,典型矿床及其组合作为第三级要素,在充分吸收近20年来我国在矿床学、成矿环境和成矿年代学等方面研究新进展的基础上,对部分矿床、矿集区和成矿区带进行了深入解剖研究,建立或提升了我国主要矿床模型,完成了26组矿产111个矿床模型。

本书不仅对从事矿床学研究的地质科研人员和地质找矿勘查工作者具有重要的参考价值。同时,也可作为地质院校师生的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

中国矿床模型概论 / 毛景文等主编. —北京:地质出版社, 2012. 2

ISBN 978-7-116-07554-2

I. ①中… II. ①毛… III. ①矿床-地质模型-研究-中国 IV. ①P617.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第002682号

### ZHONGGUO KUANGCHUANG MOXING GAILUN

责任编辑:李莉

责任校对:李玫

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);(010)82324567(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:[zbs@gph.com.cn](mailto:zbs@gph.com.cn)

传 真:(010)82310759

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:889mm×1194mm 1/16

印 张:36

字 数:1100千字

印 数:1—3000册

版 次:2012年2月北京第1版

印 次:2012年2月北京第1次印刷

审图号:GS(2011)1875号

定 价:180.00元

书 号:ISBN 978-7-116-07554-2

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

# 序

本书较充分地吸纳了前人在此领域的研究积累，又充实了近 20 年来最近的研究成果。因此，本书是对我国重要矿床类型及矿集区范畴内矿床模型（或矿床成矿模式、区域成矿模式）的一次最新、较为全面的研究总结。在此研究过程中，又收集整理了国外重要矿床模型并进行了汇总，一并出版。因此，本书对从事矿产勘查、科学研究及教学工作的广大科技人员具有参考价值。

矿床研究是矿产资源科学研究领域的基础，而矿床学科本身又是一门综合性的复合学科，涉及矿物、岩石、地层、构造、地球物理、地球化学等各学科的综合及应用，其研究难度可想而知，但其亦是探索性极强，很能激发人的兴趣的一门学科。因此，它既是理论探索，又能直接用于指导找矿，向国家提供矿产资源，意义重大。

以矿床研究为基础，是矿床学科发展的前提。矿床学科涉及两大重要领域：矿床成矿规律研究与区域成矿规律研究。两个方面紧密结合，互为促进，是一个整体。矿床成矿规律研究的核心是成矿物质来源；成矿物质搬运、迁移形式、条件与过程；成矿物质聚集、成矿的条件、环境、就位及其过程。但研究工作起步于矿床研究。区域成矿规律研究的核心是区域成矿的地质构造环境；地质成矿作用的性质及作用过程；成矿作用最终成矿的产物（矿床、矿点、矿化、各类矿化异常）及矿床时空分布规律及其内在联系及成因探索。区域成矿规律研究的层次是：矿床研究（同类型代表性矿床研究）、矿集区区域矿床成矿规律研究、不同层次成矿区带的区域成矿规律研究。因此，矿床成矿规律与区域成矿规律研究都起步于矿床研究。古今中外，整个矿床学的发展都是起步于对矿床的探测与研究。

矿床研究有一个共性过程，开始经历了数千年漫长的，以适应人类社会找矿需要的经验总结，如我国前秦名著“山海经”上关于某些矿床分布规律的总结，并与矿物、岩石识别及研究相伴同。随着社会科技的发展，人们逐渐从侧重于矿床矿物及其应用研究转向较全面研究矿床产出的地质构造环境、矿床形成的地质条件、控矿因素、矿床矿物、元素组成、成矿的分期、分阶段演化过程、矿床的矿化蚀变分带、成矿的物理化学条件、成矿的地球物理、地球化学和遥感标志及矿床成因探讨等。从建立描述性矿床成矿模式向建立时空四维动态的矿床成矿模式前进；从以地质因素为主的成矿模式发展到增加矿床的地球物理、地球化学、遥感标志，而形成矿床模型；由概括代表同一类型的矿床成矿模式、找矿模型，走向不同区域层次的区域矿床成矿模式、区域找矿模型。全国、全球矿床丰富多彩，还有很大的未知数有待挖掘和识别。已建立的模型、模式又需要不断更新。因此，对各类矿床及矿集区、矿带和成矿带、区的成矿模式（矿床模型）

的研究还任重而道远，目前，还处于开始阶段。但做好这项基础性研究工作是国家找矿工作的需要，是矿床学学科成矿理论创新、提高、发展的基础。

在本书出版之际，特呼吁矿床学界同仁对矿床研究共同给予关注，要不断深化矿床研究，既要深，又要广。让我们静心，扎实到勘查一线深入野外调查与研究，再配以室内的细致研究，让我们用自己辛勤的劳动与智慧，使矿床研究更加反映客观实际。为此，在这片广阔的原始创新园地中，我们每个人都一定能摘得原始创新的果实，为祖国的找矿事业、矿床学科理论的发展作出应有的贡献。



2011 年 12 月 30 日

# 前 言

矿床模型是找矿勘查的理论基础。矿床模型 (Mineral Deposit Model or Ore Deposit Model) (包括成矿模型和找矿模型) 是矿床形成的地质背景、过程、时空分布规律和找矿标志的高度概括。无论是从事成矿理论探索还是地质找矿评价, 都离不开用图表或文字表述的矿床模型。客观而有效的矿床模型无疑是指导在相同成矿区带开展找矿评价的理论基础。因此, 矿床模型研究是一种“立典”性研究, 其成果不仅是成矿理论的具体表述, 而且能有效地指导找矿勘查, 推动在不同地质背景中部署寻找不同类型矿床和矿床组合, 也可以指导在老矿山的深部和外围, 以及在具有类似成矿环境和条件的其他地区中寻找相似资源, 从而达到事半功倍的成效。

矿床模型是找矿实践的必然产物, 20 世纪早中期地质工作者注重矿床的具体形态和特征, 关注与成矿有关的地质体, 例如, 火成岩、变质岩和沉积岩等以及不同类型矿床在大地构造不同演化阶段产出。但是, 随着找矿难度的增加, 矿床学家思考和研究矿床的自然组合、空间上的分带性和时间上的因果关系。特别是在 20 世纪 60~70 年代, 随着采矿理念的变化, 例如, 大吨位快速开采低品位斑岩型铜矿, 使原来人们很少关注的低品位铜矿一跃成为全球最主要的铜资源供给矿种。巨大的经济价值使全球科学家关注斑岩铜矿, 不仅建立了脍炙人口的斑岩铜矿矿化蚀变模型, 而且发现全球绝大多数斑岩铜矿出现在大陆活动边缘, 与内侧的锡矿带平行排列。由于斑岩矿床往往与矽卡岩矿床相伴产出, 因而通常作为一个普适性的模式。自此以来, 针对不同类型矿床成因特点和找矿标志, 提出一系列典型矿床模型, 例如, 萨布哈型砂岩铜矿模型、卡林型金矿模型、浅成低温热液型金矿模型, BIF 型铁矿模型、红土型铁矿模型, 等等。20 世纪中期, 在海底调查过程于诸多海槽和弧后盆地发现了正在成矿的海底喷流成矿现象, 将今论古, 在陆地鉴别出以火山岩为容岩的块状硫化物矿床和以沉积岩为容岩的块状硫化物矿床, 由此以来, 找矿方向越来越清楚, 在洋中脊、海槽、岛弧弧后盆地以及大陆边缘凹陷环境中找块状硫化物矿床、在构造岩浆的活动带中找 Cu-Mo 或 W-Sn-Bi-Pb-Zn 矿床和在古大陆沉积盆地中找密西西比型铅锌矿。20 世纪 80 年代末加拿大地调所汇编了《矿床模式》和《矿床类型地质概要》, 在美国出版了上下两册矿床模型专著和 Cox 主编的吨品位矿床模型, 这两种类型模型都是从岩性-构造环境进行分类, 对当时的找矿起到了积极作用。1984 年 1 月开始由国际地科联设立为期 10 年的“矿床模式化项目 (Deposits Modeling Program)”, 使模型加上“ing”构成动态的模拟。20 世纪 90 年代在美国、前苏联、加拿大和澳大利亚出版了一系列典型矿床模型图册, 作为矿业公司找矿的指南。90 年代末以来, 科学家开展探讨为什么很多矿床出现在一些面积很小的地区 (即成矿密集区或矿集区) 内。过去 10 年, 通过对安第斯大陆边缘和西南太平洋岛弧的岩石学和地球物理探测, 发现在会聚活动大陆边缘下插洋壳板块的变化制约着岩浆活动和成矿作用的发生。俯冲板块由正常倾斜变成缓倾斜或平坦再到正常倾斜时, 在平坦处发生脱水, 而在由平坦向正常转折时, 软流圈物质上涌。这些上涌物质与含水岩石圈发生反应, 生成大面积壳幔同熔型岩浆, 然后上侵形成火山-岩浆弧。与大型矿集区关系密切的岩浆活动区在航磁调查中可以清楚地反映出其异常, 这种异常正是寻找潜在大型矿集区的重要标志。当俯冲板块下插时一旦撕裂、开天窗或后卷, 软流圈物质直接进入下地壳, 导致下地壳与洋壳同熔成花岗质岩浆, 上侵到近浅表形成岩浆房及其有关的斑岩铜矿和斑岩-浅成低温热液型铜金矿床, 甚至在剪切带中出现中温石英脉型金矿床。通过类似研究, 提出了一些地球动力学成矿模型。同时也认识到在洋-陆的演化过程中从洋向陆的内外成矿分带和由于大陆环境不同而形成不同成矿带的内外分带。这些都进一步从矿床模式的岩石-构造环境组合分类中大力推动了全球找矿勘查活动。在过去 20 年美国地质调查局连续就主要矿床类型的模型进

行系列专著出版,邀请世界顶级专家撰写理论性和找矿实践性强的论文,引导世界矿产资源研究和勘查。

我国矿床模式研究在工作上与国际基本同步,早在 20 世纪 70 年代我国地质工作者通过野外勘查和找矿实践在赣南提出脉状钨矿“五层楼”矿床模型,在 80 年代初提出实用性强、影响广泛的玢岩铁矿模式。在 80~90 年代提出大批矿床模式,几乎绝大多数矿床都有个性化的矿床模型。在这一时期由于国际上板块构造的深入研究和用于对矿床时空分布规律的探索以及现代成矿作用的观察研究,因之而形成的成矿理论不断引进和用之探索矿床形成过程,不少矿床具有多于一种矿床模型,可谓“百花齐放,百家争鸣”。《中国矿床成矿模式》(陈毓川和朱裕生编著,1993 年)、《中国矿床模式》(裴荣富主编,1995 年)和《火山岩型铜多金属硫化物矿床 VCPSD 知识模型》(宋叔和等,1994)等专著就是这一时期对典型矿床模型进行的比较全面的总结和归纳。在 70 年代末期以来,程裕淇和陈毓川等(1979,1983)根据我国地质工作者的研究提出了矿床成矿系列概念,李人澍(1996)和翟裕生(1999)提出的矿床成矿系统概念,进一步促进探讨矿床组合的时空分布规律和建立矿床组合模型,推动了我国矿床学研究和指导找矿勘查部署。最近几年,研究热点是探讨在地球动力学演化过程中大规模成矿事件发生的规律和厘定大型矿集区在成矿带中出现的位置,提出一系列地球动力学矿床组合成矿模型。这些发展都为进一步推动建立在一定类似地质环境中的普适性矿床模型奠定了基础。

本次研究以中国地质调查局“我国主要金属矿床模型研究”项目为基础,结合近 10 年来执行的国家重点基础研究规划项目“大规模成矿作用和大型矿集区”和国家自然科学基金重点项目“华北地区及其邻区晚中生代成矿作用和动力学背景”等项目,将研究置于国际平台,结合我国矿产资源特点,充分吸收了近 20 年以来我国在矿床学及成矿环境和成矿年代学等方面研究新进展,并针对部分矿床、矿集区和成矿区带进行了深入解剖研究,在前人工作的基础上,进一步对我国主要矿床类型的矿床模型进行了建模研究。本次建模将成矿环境作为一级考虑要素,将矿床类型作为次要要素,典型矿床及其组合作为第三级要素。通过对一些典型大型矿集区深入研究后,提出一些矿集区矿床模型。此次工作对我国与酸性花岗岩有关钨锡、稀有金属矿床,与中酸性花岗质岩有关的斑岩-矽卡岩型铜铁钼矿床,与镁铁质-超镁铁质岩有关的铜镍硫化物矿床,以海相火山岩为容岩的块状硫化物矿床,以沉积岩为容岩的块状硫化物矿床,以碳酸盐岩容矿的密西西比型铅锌矿床和金矿床作为重点开展了研究工作,主要成果融入各个具体矿床模型。此外,在工作过程中通过对国外主要矿床模型及有关成矿理论进行比较充分的阅研的基础上,同步出版了《国外主要矿床类型、特点及找矿勘查》专著,其中包括造山型金矿床、卡林型金矿床、浅成低温热液型金矿床、斑岩型±矽卡岩型铜钼矿床、密西西比河谷型铅锌矿床、沉积喷流型铅锌矿床、火山块状硫化物型铅铜多金属矿床、岩浆铜镍硫化物型矿床、铁氧化物铜金矿床、黑色岩系型矿床、砂岩型铀矿床、红土型镍矿床和红土型铝土矿床等 13 类矿床模型,每种矿床类型都从成矿构造背景、时空分布规律、成矿作用特征、矿床模型及应用、典型矿床实例等几个方面进行了系统介绍。

此次研究工作时间较短,不可能对全国所有的重要矿床类型进行研究;此外,在过去 20 年我国对于非金属矿产研究几乎处于停滞状态,因此,部分矿床模型仍然沿用了过去所建立的模型或者进行了一些补充和修改。在编写过程中,除了项目组成员之外,还特别邀请了 31 位国内相关领域知名老专家和年富力强的青年科学家参与完成。全书包括 26 组矿产 111 个矿床模型,每个模型在结尾都注明了执笔者,在此不一一列出。定稿前中国地质科学院矿产资源研究所黄典豪研究员仔细评阅每个模型并提出了许多宝贵的修改意见。全书由毛景文、张作衡和裴荣富统编定稿。刘敏等人完成了部分修改和校对工作,康洪英完成了大部分插图的清绘工作。

在项目执行和成书过程中,始终得到了中国地质调查局、中国地质科学院和矿产资源研究所各级领导和同事们的关心和支持,中国地质调查局矿产资源评价部和科技外事部的领导和同事们对项目的设立和实施给予了有力的支持和指导,陈毓川院士、郑绵平院士和叶天竺研究员始终关心项目进展,在学术思想、工作技术路线以及成书过程等方面给予了热忱指导,与国内外诸多同行进行过深入讨

论，得益匪浅，在此一并致以诚挚的谢意。

由于时间仓促，研究和编写水平有限，书中难免有不当或错误之处，请各位同行和读者给予批评指正。

编者

2011 年 12 月 15 日

# 目 录

## 序 前 言

### 与中酸性侵入岩有关的金属矿床

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| 板内环境 .....                            | (1)  |
| 大冶式矽卡岩型铁（铜）矿床模型 .....                 | (1)  |
| 德兴地区斑岩铜 - 浅成低温热液银铅锌 - 远程热液金矿床模型 ..... | (6)  |
| 铜陵矿集区铜多金属矿床模型 .....                   | (18) |
| 东秦岭地区中生代钼铅锌银多金属矿床模型 .....             | (24) |
| 阳储岭式斑岩钨矿床模型 .....                     | (31) |
| 沙沟式热液脉状银铅锌矿床模型 .....                  | (36) |
| 白音诺式与中酸性侵入岩有关的矽卡岩型铅锌矿床模型 .....        | (41) |
| 俯冲环境 .....                            | (46) |
| 土屋式斑岩铜矿床模型 .....                      | (46) |
| 雄村式斑岩型铜金矿床模型 .....                    | (52) |
| 碰撞环境 .....                            | (58) |
| 驱龙式斑岩 - 矽卡岩型铜矿床模型 .....               | (58) |
| 碰撞造山环境斑岩铜矿床模型 .....                   | (62) |
| 后碰撞环境 .....                           | (72) |
| 维权式矽卡岩型银铜多金属矿床模型 .....                | (72) |
| 走滑拉分环境 .....                          | (76) |
| 玉龙式斑岩铜（钼）矿床模型 .....                   | (76) |

### 与酸性侵入岩有关的金属矿床

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 板内环境 .....                        | (81)  |
| 柿竹园式矽卡岩型钨锡多金属矿床模型 .....           | (81)  |
| 大厂式层状交代（或 Manto）锡石硫化物型锡矿床模型 ..... | (88)  |
| 云南个旧式锡（铜）矿田矿床模型 .....             | (93)  |
| 西华山式黑钨矿 - 石英脉型钨矿床模型 .....         | (99)  |
| 银岩式斑岩锡矿床模型 .....                  | (104) |
| 黄岗式矽卡岩型锡铁矿床模型 .....               | (108) |
| 414 式蚀变岩型钽（铌）矿床模型 .....           | (113) |
| 活动大陆边缘环境 .....                    | (118) |
| 塔儿沟式矽卡岩 - 石英脉型钨矿床模型 .....         | (118) |
| 小柳沟式矽卡岩型钨钼矿床模型 .....              | (124) |
| 宝坛式石英电气石脉型锡铜矿床模型 .....            | (130) |

后碰撞环境 ..... (136)

    白山式石英脉型钼（铌）矿床模型 ..... (136)

    红尖兵山式石英脉型钨矿床模型 ..... (141)

与镁铁质－超镁铁质岩有关的多金属矿床

地幔柱区 ..... (145)

    金宝山式低硫化物型岩浆铂族元素矿床模型 ..... (145)

    攀枝花式与地幔柱有关的钒钛磁铁矿床模型 ..... (149)

大陆边缘裂谷环境 ..... (154)

    金川式深部熔离－贯入型铜镍硫化物矿床模型 ..... (154)

    大坡岭式镁铁质－超镁铁质岩型铜镍硫化物矿床模型 ..... (159)

后碰撞环境 ..... (164)

    新疆图拉尔根式镁铁－超镁铁岩型铜镍硫化物矿床模型 ..... (164)

    香山西式岩浆型铜镍－钒钛铁矿床模型 ..... (171)

    喀拉通克式镁铁质岩浆型铜镍硫化物矿床模型 ..... (176)

洋中脊环境 ..... (181)

    罗布莎式与蛇绿岩有关的铬铁矿床模型 ..... (181)

以火山岩为容岩的块状硫化物矿床（VMS&VHMS）

石居里式塞浦路斯型块状硫化物铜矿床模型 ..... (185)

白银厂式块状硫化物型铜铅锌矿床模型 ..... (191)

阿舍勒式块状硫化物型铜锌矿床模型 ..... (195)

四川岷村式弧间裂谷带块状硫化物型银铅锌多金属矿床模型 ..... (201)

红透山式太古宙块状硫化物型铜－锌矿床模型 ..... (208)

以沉积岩为容岩的块状硫化物矿床（SEDEX）

狼山式大陆边缘凹陷槽块状硫化物型铅锌矿床模型 ..... (214)

镜铁山式大陆边缘凹陷槽热水沉积型铁矿床模型 ..... (218)

密西西比河谷型（MVT）铅锌矿

板内古盆地环境 ..... (224)

    凡口式似层状铅锌银多金属矿床模型 ..... (224)

古陆边缘盆地 ..... (231)

    关门山式铅锌矿床模型 ..... (231)

地幔柱区环境 ..... (235)

    麒麟厂式断裂－岩溶容矿型铅锌（银、镓、铟、锗）矿床模型 ..... (235)

    大梁子式铅锌矿床模型 ..... (243)

造山带陆缘盆地 ..... (247)

    马元式密西西比河谷型（MVT）铅锌矿床模型 ..... (247)

脉状金矿床

板内环境 ..... (254)

    焦家－玲珑式金矿床模型 ..... (254)

河南祁雨沟式角砾岩筒型金矿床模型 ..... (260)

广东河台式剪切带型金矿床模型 ..... (265)

后碰撞走滑环境 ..... (270)

新疆康古尔式剪切带型金矿床模型 ..... (270)

卡林型金矿

板内环境 ..... (275)

    烂泥沟式以钙质碎屑岩为容岩的金矿床模型 ..... (275)

    泥堡式以凝灰岩为容岩的金矿床模型 ..... (281)

    水银洞式层控卡林型金矿床模型 ..... (285)

后碰撞伸展盆地环境 ..... (290)

    阳山式以千枚岩为容岩的金矿床模型 ..... (290)

    拉尔玛式以碳质硅岩为容岩的金矿床模型 ..... (295)

    大水式以碳酸盐岩为容岩的金矿床模型 ..... (300)

浅成低温热液型金（铜、银）矿

活动大陆边缘 ..... (305)

    台湾金瓜石式高硫型浅成低温热液型金（铜）矿床模型 ..... (305)

    闽西紫金山式浅成低温热液型金矿床模型 ..... (310)

板内环境 ..... (315)

    额仁陶勒盖式低硫型浅成低温热液型银矿床模型 ..... (315)

后碰撞环境 ..... (321)

    阿希式浅成低温热液型金矿床模型 ..... (321)

    归来庄式与碱性杂岩有关的低硫型浅成低温热液型金矿床模型 ..... (328)

硅铁质建造型铁矿（BIF）

鞍山式太古宙硅铁质建造型铁矿床模型 ..... (332)

新余式元古宙硅铁质建造型铁矿床模型 ..... (339)

氧化铁（稀土－铜－金）矿

陆相火山盆地 ..... (343)

    宁芜式与火山－次火山岩有关的氧化铁矿床模型 ..... (343)

古陆边缘裂谷 ..... (349)

    白云鄂博式与地幔流体有关的 REE－Fe－Nb 矿床模型 ..... (349)

与碱性岩有关的稀有－稀土矿床

板内非造山环境 ..... (355)

    巴尔哲式碱性花岗岩型稀有稀土金属矿床模型 ..... (355)

大陆边缘伸展带 ..... (359)

    牦牛坪式碱性岩－碳酸岩型稀土金属矿床模型 ..... (359)

以碳酸盐岩－碎屑岩为容矿岩石的层控型铋汞矿

板内古盆地环境 ..... (364)

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 锡矿山式以碳酸盐岩为容岩的热液型铋矿床模型 .....    | (364) |
| 万山式以碳酸盐岩为容岩的热液型汞矿床模型 .....     | (368) |
| <b>碰撞环境</b> .....              | (373) |
| 沙拉岗式以碳酸盐岩-碎屑岩为容矿围岩的铋矿床模型 ..... | (373) |

**伟晶岩型稀有多金属及非金属矿床**

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| <b>板内环境</b> .....                   | (377) |
| 甲基卡式伟晶岩型稀有金属矿床模型 .....              | (377) |
| <b>增生大陆边缘非造山环境</b> .....            | (383) |
| 阿尔泰式增生大陆边缘非造山环境花岗伟晶型稀有多金属矿床模型 ..... | (383) |

**金刚石矿床**

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 瓦房店式大陆环境与金伯利岩有关的金刚石矿床模型 ..... | (391) |
|-------------------------------|-------|

**沉积型铁锰铝矿床**

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 贵州遵义式海相沉积碳酸盐岩型锰矿床模型 .....    | (396) |
| 广西下雷式海相沉积碳酸盐岩型锰矿床模型 .....    | (400) |
| 湖南湘潭式以黑色页岩为容矿岩石的富锰矿床模型 ..... | (404) |
| 宣龙式浅海-滨海相生物-沉积赤铁矿床模型 .....   | (408) |
| 宁乡式半封闭海相沉积铁矿床模型 .....        | (413) |

**砂岩型铜、铀矿床**

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 天鹿式砂岩型铜矿床模型 .....     | (417) |
| 大姚六苴式陆相砂岩型铜矿床模型 ..... | (421) |
| 东川式沉积-改造型铜矿床模型 .....  | (427) |
| 伊犁式砂岩型铀矿床模型 .....     | (431) |
| 保峰源式碳硅泥岩型铀矿床模型 .....  | (436) |

**红土型金、镍和锰矿床**

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 蛇屋山式红土粘土型金矿床模型 ..... | (441) |
| 墨江-元江式红土型镍矿床模型 ..... | (446) |

**风化壳型铁锰铝（稀有-稀土）-高岭石矿**

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 清源式风化壳型锰矿床模型 .....      | (452) |
| 平果式风化壳型铝土矿床模型 .....     | (455) |
| 足洞式花岗岩风化壳型重稀土矿床模型 ..... | (459) |
| 茂名式风化壳型高岭土矿床模型 .....    | (464) |

**与酸性岩有关的热液型铀矿**

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 下庄式花岗岩热液型铀矿床模型 ..... | (468) |
| 相山式火山岩热液型铀矿床模型 ..... | (473) |

**陆相湖盆沉积型盐类（钾锂铯）矿床**

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 思茅式陆相断陷盆地钾盐矿床模型 ..... | (478) |
|-----------------------|-------|

自贡式碳酸盐岩中岩盐矿床模型 ..... (482)

内蒙古达拉特式砂钙质粘土中芒硝矿床模型 ..... (485)

柴达木－扎布耶式新生代盐湖中锂硼钾/钾镁（钙）盐矿床模型 ..... (488)

新生代拗陷碎屑－化学岩型天然碱矿床模型 ..... (491)

**热液型萤石－明矾石－叶蜡石－沸石－滑石矿床**

大石桥式镁质碳酸盐岩中滑石菱镁矿矿床模型 ..... (494)

大陆边缘火山岩带沸石矿床 ..... (498)

大陆边缘火山岩带明矾石叶蜡石矿床模型 ..... (500)

大陆边缘火山带萤石矿床模型 ..... (503)

**硼－石棉－菱铁矿床**

古陆裂陷沉积岩系中硼矿床模型 ..... (506)

石棉县式镁铁质－超镁铁质岩型石棉矿床模型 ..... (511)

**沉积型磷－重晶石矿床**

什邡式粘土岩－碳酸盐岩中磷矿床模型 ..... (516)

昆阳式碳酸盐岩－硅质岩中磷矿床模型 ..... (519)

天柱式碳酸盐岩中重晶石矿床模型 ..... (523)

**变质型金红石矿床**

毛北式与超高压变质作用有关的榴辉岩型金红石矿床模型 ..... (527)

磨石山式区域变质型和热液改造型钛矿床模型 ..... (532)

**特殊矿床类型**

金顶式铅锌矿床模型 ..... (535)

大水沟式被动大陆边缘热液型碲（金）矿床模型 ..... (540)

黄龙铺式碳酸岩型钼铅矿床模型 ..... (545)

玄武岩型铜矿床模型 ..... (549)

华南下寒武统底部黑色岩系中钼镍多金属矿床模型 ..... (554)

# 大冶式矽卡岩型铁（铜）矿床模型

## 一、成矿构造背景

大冶式矽卡岩铁矿位于扬子板块北缘长江中下游成矿带，其成矿特点和地球动力学演化与华北地块类似，整合区域地质、与成矿相关侵入岩和地球物理资料，鄂东南矽卡岩型铁矿形成于由北西向印支碰撞造山体系向北东向太平洋俯冲体系的构造体制转换晚期，大陆边缘靠近板内一侧的深俯冲板片撕裂诱发了壳-幔作用，形成了大规模的花岗岩和相伴生的矽卡岩型铁铜金钼矿床（毛景文等，2006）。该区存在少量的前寒武纪基底，岩性为片麻岩、碳酸盐岩和碎屑岩等，局部分布；向上为古生代碳酸盐沉积盖层和中生代板内岩浆-成矿阶段（翟裕生等，1992），其中古生代沉积盖层不整合于古老的基底之上，发育于隆起-坳陷过渡环境。晚中生代岩浆-成矿阶段发育大量以中性（岩性主要为闪长岩-石英闪长岩）为主的侵入岩及在侵入岩与碳酸盐岩的接触带附近发育大规模的铁铜金钼矿化，成岩成矿作用与岩石圈伸展-减薄有关。

## 二、矿床地质特征

### 1. 主要控矿构造

基底的北西-近东西向断裂与盖层的北北东向断裂共同控制区域内岩浆岩的产出形态，基本上沿长江断裂带分布。矿床主要分布于隆起与断陷盆地的过渡地带的中性侵入岩体边缘，矿体形态明显受到侵入体接触构造形态（凹入带、转折接触面、捕虏体）和/或高角度的断裂所控制，此外，褶皱轴部、层理和断层破碎带也起明显的控矿作用（赵一鸣等，1990）。大冶地区矽卡岩铁矿矿体主要呈北西向和北东向展布，明显地受两组断裂控制。

### 2. 赋矿围岩特征

矽卡岩型铁矿赋矿围岩时代很宽，主体为古生代地层，围岩岩性可以包括灰岩、白云质灰岩、白云岩、泥灰岩、凝灰质灰岩、粉砂岩、片岩和片麻岩等，碳酸盐岩和一些钙质岩石是矽卡岩矿床形成的必要条件之一（赵一鸣等，1990）。大冶式矽卡岩型铁多金属矿床的赋矿围岩主要为中-下三叠统大冶组的灰岩、白云质灰岩、白云岩和蒲圻组砂页岩和钙质泥岩。通过对比研究表明，“邯邢式”和“大冶式”矽卡岩铁矿在与成矿相关的侵入岩、区域构造背景和成矿机制方面具有一定类似性，但邯邢式矽卡岩铁矿赋矿围岩为中奥陶统碳酸盐岩（郑建民等，2007）。

### 3. 与矿化有关侵入岩特征

岩体一般为复式岩体，是早到晚依次由基性-中性到酸性岩浆演化的产物，早期岩性有辉长岩、辉石闪长岩、闪长岩、石英闪长岩、石英二长岩、花岗闪长岩等，晚期主要发育花岗岩、花岗斑

岩；而与矽卡岩型铁矿有关的侵入岩的岩性变化较大。如：与铁山矽卡岩铁铜矿有关的大冶岩基（面积约 94 km<sup>2</sup>），从早到晚依次发育辉长岩、闪长岩和石英闪长岩，与成矿密切相关为辉长岩、辉石闪长岩和石英闪长岩；与程潮矽卡岩铁矿有关的鄂城岩基（面积约 89 km<sup>2</sup>），从早到晚依次发育石英闪长岩、石英二长岩和花岗岩，与成矿密切的为花岗岩或石英闪长岩。

在地球化学方面上，与成矿密切相关的侵入岩具有变化较大的 SiO<sub>2</sub>（62.99% ~ 75.46%）、全碱（4.74% ~ 9.55%）和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（12.45% ~ 18.40%），以较低的 FeO<sub>t</sub>（0.98% ~ 3.92%）、MnO（0.04% ~ 0.17%）、MgO（0.17% ~ 2.08%）、TiO<sub>2</sub>（0.19% ~ 0.85%）和 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>（0.03% ~ 0.39%）为特征，属富钾钙碱性系列岩浆；微量元素以富集大离子亲石元素和轻稀土元素，而亏损高场强元素，弱负铕异常（Eu/Eu\* = 0.73 ~ 0.97）为特征，具有高铈和低铷同位素（ε<sub>Nd</sub> = -11.2 ~ -8.3，<sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr<sub>i</sub> = 0.7065 ~ 0.7078）特征，暗示它们可能是富集地幔部分熔融的岩浆的分离结晶和/或下地壳混染的结果（谢桂青等，2008a），当然有些学者认为它们为埃达克质岩，源于拆沉下地壳的部分熔融的结果（王强等，2003）。

#### 4. 成岩成矿时代

鄂东南地区矽卡岩铁矿床（点）见图 1，主要出露于鄂城到灵乡一带，北起鄂城岩体南缘，南至灵乡岩体南缘。鄂东南区除殷祖岩体岩浆演化程度较差和矿化差外，其他各岩体均发育不等规模的矽卡岩铁矿床，其铁矿床（点）分布于岩体与围岩接触部位，灵乡岩体呈北东向展布，其矽卡岩铁矿床（点）沿北东向分布，代表性矿床为刘家畈中型矽卡岩铁矿床。鄂城、铁山、金山店和阳新岩体周围的矽卡岩铁矿床（点）均呈北西西向展布，与岩体长轴的走向一致，其中鄂城岩体周围以程潮

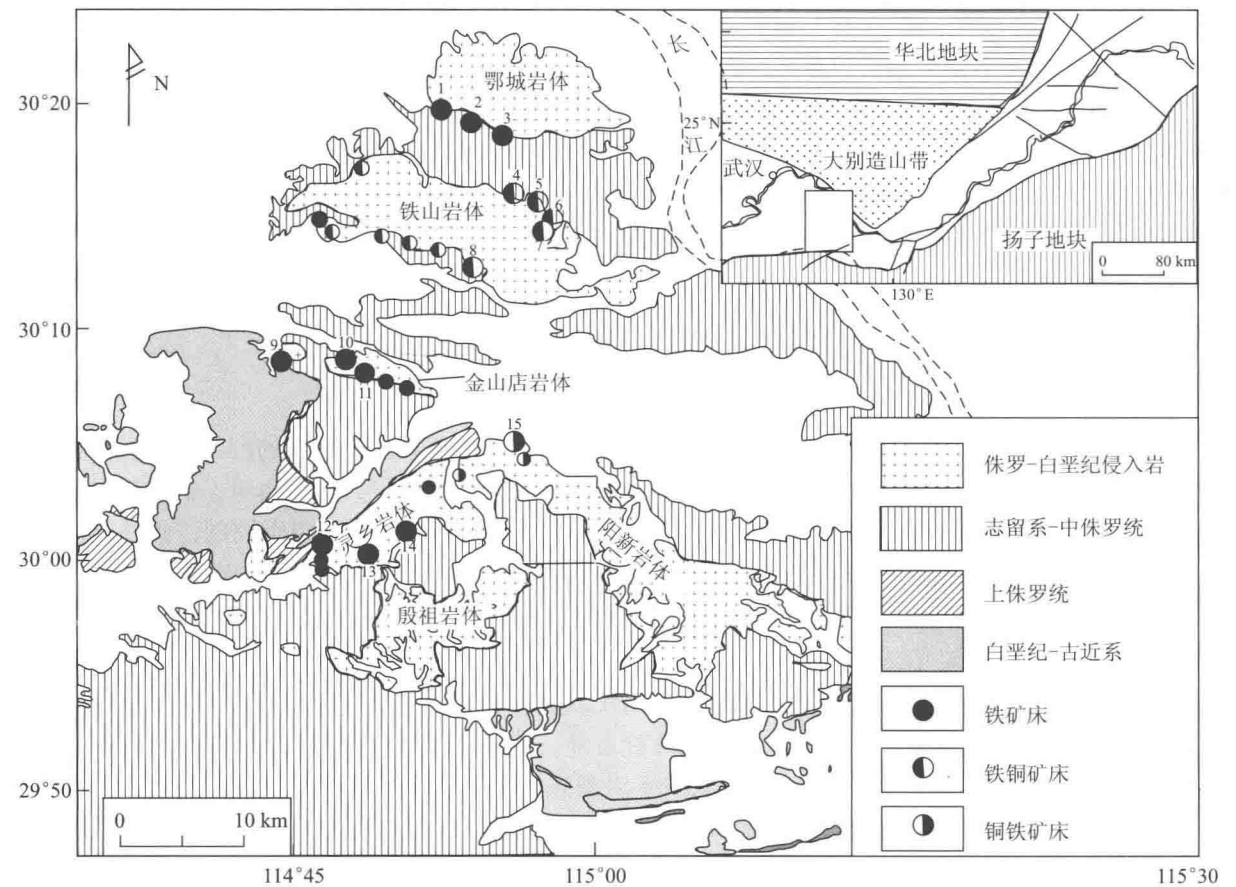


图 1 鄂东南地区地质图和矽卡岩铁矿床（点）分布示意图  
(据翟裕生等，1982)

1—广山；2—程潮；3—李村；4—荷花池；5—大铜坑；6—光面埡；7—大洪山；8—铁山；9—王豹山；  
10—余华寺；11—张福山；12—塆窖；13—刘家畈；14—大广山；15—铜绿山

大型矽卡岩铁矿床为代表,铁山岩体周围代表性矿床为铁山大型矽卡岩铁铜矿床,金山店岩体周围有张福山大型矽卡岩铁矿床,阳新岩体边部分布有铜绿山矽卡岩铜铁矿。根据侵入岩的锆石 U-Pb 高精度测年结果,以铁山岩体为中心,向两侧变年轻,如铁山岩体石英闪长岩锆石 LA-ICPMS 年龄为  $142 \pm 3$  Ma,鄂城岩体的中粗粒花岗岩锆石 LA-ICPMS 年龄为  $130 \pm 1$  Ma ~  $127 \pm 2$  Ma。矿体规模由北向南依次变小,如程潮储量达 2.8 亿 t,深部有很大找矿空间;铁山储量达 1.78 亿 t,深部和外围也有找矿潜力;张福山储量为近 1.0 亿 t,深部有很大找矿空间,向南灵乡岩体周围的铁矿的数量多但规模均较小,单个矿床储量均小于 1.0 亿 t,成矿潜力不佳。成矿元素由北向南依次发育 Fe、Fe(-Cu)、Cu(-Fe),如程潮位于鄂城岩体的南缘,为单一矽卡岩铁矿,成矿元素为 Fe;铁山岩体南缘的铁山铁矿的成矿元素为 Fe(-Cu),阳新岩体的北缘铜绿山为矽卡岩铜(铁金)矿床。根据成矿元素组合不同,鄂东南大冶式铁矿可分为两种类型:①矽卡岩铜铁金矿床,如铁山和阳新岩体以石英闪长岩、辉石闪长岩、花岗闪长岩为主,岩体边缘的铁矿床均发育多金属矿床,如铁山铁、铜、金均为大型规模矿床,阳新北缘铜绿山铜、金均为大型规模矿床,铁达到中型规模矿床;②矽卡岩铁矿床,如金山店和鄂城岩体以发育花岗岩区别于铁山和阳新岩体,除了花岗岩外,还发育石英闪长岩。岩体边缘的铁矿床基本不含铜金,如程潮和张福山大型矽卡岩铁矿不含铜金矿。因此,大冶式矽卡岩铁矿床的对比研究需要加强。

鄂东南地区的辉长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、花岗岩的锆石 U-Pb 年龄变化范围为  $138.9 \pm 2.8$  Ma ~  $121.2 \pm 3.1$  Ma,其中与成矿有关的岩体的年龄集中为 139 ~ 132 Ma,相当于早白垩世早期。该区发育 3 个大型矽卡岩型铁矿床(图 1),铁山(1.78 亿 t)、程潮(2.8 亿 t)和张福山(近 1.0 亿 t)矽卡岩铁矿床中与磁铁矿密切共生的金云母的<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 坪年龄为  $140.9 \pm 1.2$  Ma、 $132.6 \pm 1.4$  Ma 和  $131.6 \pm 1.2$  Ma,分别代表 3 个矽卡岩型铁矿床的形成时代(谢桂青等,2008b)。由此可见,大冶地区矽卡岩型铁矿床均形成于早白垩世早期。

#### 5. 矿床类型及围岩蚀变

鄂东南地区矿化比较复杂,除铁矿外,有的以铜矿或铜铁矿为主。根据成矿元素组合,该区矽卡岩型铁矿床可分为铁矿、(铁-)铜矿和(铜-)铁矿。该区主要的铁矿体为矽卡岩型,呈似层状、透镜状、鞍状和不规则状,紧靠接触带或大理岩捕虏体中产出,与围岩多呈渐变过渡关系。而对于岩体的断裂-接触带和岩体内外侧的断裂和裂隙中铁矿床的成因存在争议,它以可见气孔构造和矿体中常包含有闪长岩的角砾为特征,被认为是矿浆贯入型铁矿床(翟裕生,1995)。最近观察到程潮-375 m 中段铁矿体中可见斑状石英闪长岩的捕虏体(图 2),似斑状石英闪长岩锆石 SHRIMP 年龄为  $129 \pm 2$  Ma,暗示程潮铁矿的时代不早于  $129 \pm 2$  Ma。在张福山矽卡岩铁矿 32 线可见到底部矽卡岩铁矿位于二长花岗岩和石英闪长岩与砂页岩之间,接近地表矿体产于蒲圻组砂页岩断裂带中(图 3)。因此,对于这些被认为矿浆成因的铁矿体需要进一步证实。



图 2 程潮铁矿体中似斑状石英闪长岩捕虏体

鄂东南地区矽卡岩型铁矿石中,与成矿关系密切的蚀变为金云母化、绿泥石化、阳起石化、透闪石化等,蚀变强。由闪长岩至大理岩存在透辉石-钠长石化、网脉状方柱石化、石榴子石-透辉石-方柱石化和金云母-透辉石化的蚀变分带(赵一鸣等,1990)。在岩体、内外接触带和碳酸盐-碎屑岩中蚀变类型不同,如岩体主要为钠长石化和钠黝帘石化,内接触带主要为透辉石化、方柱石化和石榴子石化,外接触带主要为金云母化和透辉石化,碳酸盐-碎屑岩主要为大理岩化、蛇纹石化和角岩化。与铁矿密切相关的蚀变为金云母化,金云母与磁铁矿密切伴生。与铜矿化的蚀变主要为透辉石化。

### 三、矿床模型概述

研究表明,大冶式矽卡岩型铁(铜)矿床产于侵入岩与碳酸盐岩及粉砂岩的接触带中,侵入岩一般从早到晚发育由基性到酸性岩浆演化,辉长岩-辉石闪长岩为第一期次产物,多发育岩基的边缘;闪长岩-石英闪长岩-石英二长岩-花岗闪长岩-花岗闪长斑岩为岩浆主体,范围最广;花岗岩和基性脉岩为最晚期岩浆活动的产物。这些岩性和期次规律类似于邯邢式地区(郑建民等,2007)。各期次岩浆活动的野外接触关系不太明显,冷凝边和烘烤现象发育不明显,暗示早期岩浆未完全固结,后期岩浆再次脉状主动侵位,造成多次成岩成矿活动。

大冶式矽卡岩型铁(铜)矿床均位于燕山期陆缘拗陷带,沿北西向基底构造和北北东向深断裂交会处分布。研究暗示,该类型矿床的成矿机制:当区域最大规模的岩浆-热液活动侵位于灰岩、白云质灰岩和粉砂岩时,与其发生强烈的水/岩反应,早期形成高温石榴子石-透辉石矽卡岩,晚期退化蚀变和磁铁矿阶段在不同有利成矿部位形成矿体。翟裕生(1995)根据按侵入顺序和矿化特征,将大冶式铁矿划分为4个成岩成矿亚系列。第一成矿亚系列为与闪

长岩有关的矿浆型铁矿;第二成矿亚系列为与石英二长闪长岩有关的矽卡岩型铁铜矿和铜铁矿;第三成矿亚系列为与花岗闪长(斑)岩有关的矽卡岩型铜矿;第四成矿亚系列为与石英二长闪长岩和闪长岩有关的矿浆型铁矿。根据矿体的就位空间和主要控矿因素,可以将大冶式矽卡岩型铁(铜)矿床分为8种类型,如以矿浆状态发育于岩体裂隙带富铁矿体(铁山);岩体顶部与碳酸盐岩接触带矽卡岩型矿体;同时受到接触带和断裂控制的矽卡岩型矿体(张福山);成矿流体沿不同岩性界面交代形成铁矿体;岩体侧向接触带矽卡岩型铁矿床(铁山);发育于石英二长岩和花岗岩之间的矽卡岩型铁矿体(程潮)、发育层间滑脱构造的铁矿体和大理岩呈捕虏体残留于岩体中形成矿体(铜绿山)(图4)。

### 四、矿床模型应用

(1) 出现于板内环境,发育于隆起-拗陷过渡地区北东向和北西向的深断裂交会处。

(2) 晚中生代富碱中酸性侵入岩地区,且发育含有膏(盐)层的碳酸盐岩层,矿体多位于侵入岩与围岩的接触带。

(3) 矿化发育于岩体接触带和断裂以及附近的层间裂隙,有利的构造部位是接触带和捕虏体,矿体在接触带产状变化的部位有膨大现象。

(4) 围岩蚀变,主要是矽卡岩化,另外,钠化是重要的找矿标志之一(赵一鸣等,1990)。

(5) 高重力与高磁法的套合异常,高精度大比例磁法和重力是寻找大冶式矽卡岩型铁矿的重要物探方法。地表铁帽也是重要的找矿标志。

(6) 本矿床模型虽然根据大冶地区编写,但邯邢地区矽卡岩铁矿与大冶地区矽卡岩铁矿均处于中国东部中生代统一构造背景,两者岩石类型和成矿机制均类似,因此,此矿床模型适合于邯邢式铁矿床。

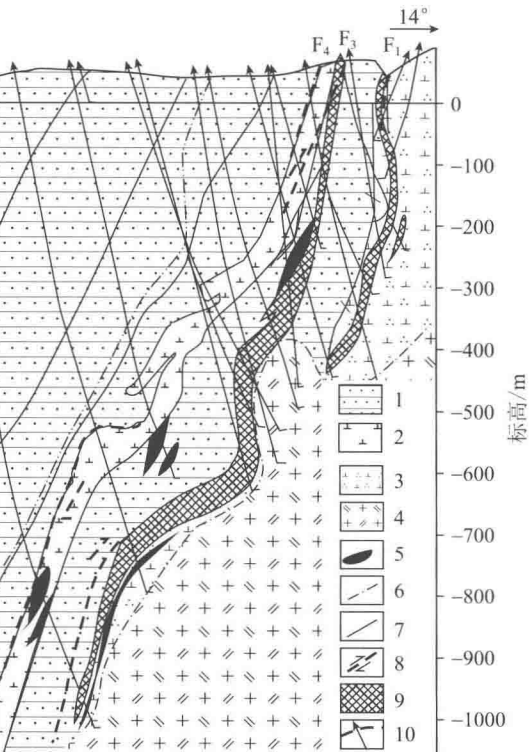


图3 张福山铁矿床32线剖面图

(据姚培慧等,1993,修改)

1—中—上三叠统蒲圻组砂页岩;2—斑状闪长岩;3—石英闪长岩;4—花岗岩;5—矽卡岩;6—岩相界线;7—地质界线;8—断裂和运动方向;9—矿体;10—钻孔