

陈毓川 朱裕生等 著

中国 矿床 成矿 模式



地质出版社

中国矿床成矿模式

陈毓川 朱裕生 等著

地质出版社

(京) 新登字 085 号

内 容 简 介

本书是“全国固体矿产成矿预测系统综合研究”项目的组成部分，全称是“矿床成矿模式研究”。其目的是揭示矿床成矿规律，发展矿床成矿理论和矿床地质学，指导矿产勘查，提高地质—找矿的科学性和效益。全书共二篇，分九章，内容包括成矿模式研究概况，金银矿床、铜镍矿床、铅锌矿床、钨钼钽稀有金属矿床、铁锰矿床、其它矿种的矿床成矿模式及成矿模型等。

可供从事找矿勘探的科技人员、生产人员和大专院校师生参考。

中 国 矿 床 成 矿 模 式

陈毓川 朱裕生 等著

*

责任编辑：李云浮 牟相欣

地质出版社出版发行

(北京和平里)

海淀区三环快速印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092 1/16 印张：23.5 字数：564000

1993年10月北京第一版·1993年10月北京第一次印刷

印数：1—1000册 定价：21.50元

ISBN7-116-01546-9/P·1254

前 言

本书是“全国固体矿产成矿预测系统综合研究”的组成部分，全称是“矿床成矿模式研究”，其目的是揭示矿床成矿规律，发展矿床成矿理论及矿床地质学，指导矿产勘查，提高地质一找矿的科学性和效益。具体任务是：

1.在固体矿产范围内，以勘查和已开采矿床（区）为目标，导向矿种为对象，建立矿床成矿模式和找矿模型；

2.研究和制定建立一个完整矿床成矿模式的方法和具体内容；

3.按不同矿种和矿床类型建立若干个矿床的成矿模式实例和找矿模型，为开展建模工作起到导向作用；

4.探索和发展建模理论，阐明成矿模式和找矿模型在矿床学理论研究、指导成矿预测和矿产勘查工作中的作用。

围绕以上目的任务编写本书。在编写本书的研究工作中，始终以取得高水平的研究成果作为奋斗目标。项目技术指导程裕淇教授，参加研究报告编写的有陈毓川、孙文珂、朱裕生、朱正书、李文祥、曹洛华、张家骥、潘辉遯、杨允通、张毓秀、房秀荣、邱小平、王全明、浦志伟、王世琪、宋伯庆、叶锦华、方一平、龙保林、陈杰、薛迎喜、史洪岳、龚羽飞、程立真、张素兰、汪平等同志。本书的编写工作由陈毓川、朱裕生承担。在本书编写过程中，参阅了已在国内刊物上发表的矿床地质资料和模式，还参考了一些典型矿床专著和其它有关近年内新发现矿床的有关资料，所以她是集体劳动的成果。限于作者的水平和收集资料的局限性，疏漏和不足之处敬请读者指正，以不断完善中国的建模理论和方法，建立一套较为完整的中国矿床的成矿模式，真正做到老模式继续修改完善，新模式不断建立，在“修改”和“建立”过程中发展和完善中国的矿床成矿模式。

目 录

第一篇 矿床成矿模式引论

第一章 矿床成矿模式研究概况.....	(1)
参考文献.....	(7)
第二章 矿床成矿模式总论.....	(8)
一、成矿模式的概念和内容.....	(8)
二、成矿模式与成矿系列的关系	(15)
三、成矿模式的意义	(24)
四、成矿模式的类型及其主要特征	(25)
五、发展与展望	(29)
参考文献	(33)

第二篇 成矿模式分论

第一章 金银矿床的成矿模式	(34)
一、山东焦家破碎蚀变岩型金矿床	(34)
二、河南上官破碎蚀变岩型金矿床	(39)
三、新疆托里齐依求 I 号 (哈图) 石英脉及蚀变岩型金矿床	(44)
四、山东玲珑石英脉型金矿床	(48)
五、河北迁西金厂峪石英脉型金矿床	(52)
六、吉林桦甸夹皮沟变质热液型金矿床	(56)
七、河南小秦岭变质热液型金矿床	(60)
八、黑龙江汤原东风山火山-沉积变质铁硅建造型铁金矿床	(64)
九、湖北省竹山银洞沟火山岩型银金矿床	(67)
十、黑龙江团结沟次火山热液型金矿床	(76)
十一、浙江遂昌冶岭头金银矿床	(80)
十二、山西繁峙义兴寨次火山岩型金矿床	(84)
十三、贵州兴仁紫木圪构造-热液型金矿床	(89)
十四、四川松潘东北寨微细浸染型金矿床	(92)
参考文献	(97)
第二章 铜镍矿床的成矿模式	(98)
一、甘肃金川铜镍硫化物矿床	(98)
二、新疆富蕴喀拉通克岩浆熔离型铜镍矿床.....	(102)
三、吉林赤柏松铜镍硫化物矿床.....	(105)
四、江西德兴斑岩型铜 (钼) 矿床.....	(107)
五、西藏玉龙斑岩型铜 (钼) 矿床.....	(111)
六、山西中条山铜矿峪变斑岩型铜 (钼) 矿床.....	(116)
七、江西银山斑岩型铜矿和陆相火山岩型铅锌矿床.....	(120)
八、甘肃白银厂黄铁矿型铜锌铅矿床.....	(124)

九、福建上杭紫金山次火山热液型铜金矿床.....	(130)
十、湖北大冶铜录山矽卡岩型铜铁矿床.....	(134)
十一、安徽铜陵铜官山矽卡岩型铜铁矿床.....	(138)
十二、湖南浏阳七宝山高中温岩浆热液型多金属矿床.....	(140)
十三、广东大宝山沉积热液改造型铜多金属矿床.....	(142)
十四、云南东川碳酸盐建造型铜矿床.....	(146)
参考文献.....	(149)
第三章 铅锌矿床的成矿模式.....	(151)
一、湖南(水口山矿田)康家湾矽卡岩型铅锌银金矿床.....	(151)
二、青海锡铁山海相火山岩系中的铅锌矿床.....	(154)
三、四川呷村火山热液银铅锌矿床.....	(160)
四、江西冷水坑陆相火山岩和次火山岩中的银铅锌矿床.....	(164)
五、浙江黄岩五部陆相火山岩系中的铅锌矿床.....	(167)
六、湖南桂阳黄沙坪岩浆热液型铅锌矿床.....	(171)
七、江苏南京栖霞山中低温热液型铅锌银矿床.....	(173)
八、广东凡口海相碳酸盐岩中的铅锌矿床.....	(177)
九、广西环江北海相碳酸盐岩系中的闪锌矿-黄铁矿矿床.....	(183)
十、辽宁关门山海相碳酸盐岩系中的铅锌矿床.....	(186)
十一、甘肃西城厂坝海相泥岩-细碎屑岩系中的铅锌矿床.....	(189)
十二、云南兰坪金顶海相砂岩、长石砂岩和砾岩中的铅锌矿床.....	(193)
十三、广西泗顶海相碳酸盐岩系中的铅锌矿床.....	(195)
参考文献.....	(199)
第四章 钨、锡、钼稀有金属矿床的成矿模式.....	(201)
一、湖南郴州柿竹园钨钼铋锡矿床.....	(201)
二、江西瑞昌阳储岭钨钼矿床.....	(204)
三、江西大余西华山钨矿床.....	(206)
四、云南个旧锡矿床.....	(209)
五、广西大厂锡多金属矿床.....	(211)
六、广东银岩锡矿床.....	(217)
七、四川岔河矽卡岩硫化物型锡矿床.....	(219)
八、陕西金堆城斑岩型钼矿床.....	(222)
九、河南南泥湖-三道庄钼(钨)矿床.....	(224)
十、广西栗木锡钨钼铋矿床.....	(228)
十一、福建西坑超变质分异型伟晶岩型铌钽矿床.....	(230)
参考文献.....	(232)
第五章 铁锰矿床的成矿模式.....	(234)
一、辽宁鞍山受变质火山-沉积铁矿床.....	(234)
二、云南大红山受变质火山型-变质热液型铜铁矿床.....	(236)
三、云南惠民火山沉积型铁矿床.....	(239)

四、海南昌江石碌火山沉积变质型铁矿床.....	(244)
五、新疆磁海接触交代型铁矿床.....	(247)
六、福建龙岩马坑接触交代-热液型铁矿床	(249)
七、福建连城庙前矿区锰矿床.....	(254)
八、广西下雷沉积型锰矿床.....	(256)
九、贵州遵义泻湖沉积锰矿床.....	(259)
十、云南斗南浅海相沉积锰矿床.....	(262)
参考文献.....	(265)
第六章 其它矿种的矿床成矿模式.....	(266)
一、江苏锦屏沉积变质型磷矿床.....	(266)
二、安徽宿松变质磷矿床.....	(270)
三、云南昆阳沉积型磷矿床.....	(274)
四、辽宁复县金伯利岩型金刚石矿床.....	(277)
五、浙江武义后树热液充填型萤石矿床.....	(281)
六、贵州万山碳酸盐建造中的汞矿床.....	(284)
七、四川若尔盖 512-3 硅质泥岩型铀矿床	(286)
八、广西平果岩溶堆积型铝土矿床.....	(290)
参考文献.....	(293)
第七章 找矿模型.....	(294)
一、建立找矿模型的地质和方法前提.....	(294)
二、青海祁连玉石沟超基性岩铬铁矿床找矿模型.....	(295)
三、湖北大冶鸡冠咀矽卡岩型金铜矿床综合方法找矿模型.....	(298)
四、安徽铜陵狮子山矽卡岩型铜硫铁矿床综合方法找矿模型.....	(308)
五、湖北竹山银洞沟火山热液型银金矿床综合技术方法找矿模型.....	(318)
六、新疆富蕴喀拉通克岩浆熔离型铜镍矿床找矿模型.....	(320)
七、河北张北蔡家营次火山热液型铅锌矿床找矿模型.....	(332)
八、广西南丹芒场热液交代型多金属矿床找矿模型.....	(340)
九、贵州册亨板其微细浸染型金矿床找矿模型.....	(346)
十、吉林桦甸夹皮沟石英脉型金矿田找矿模型.....	(356)
十一、安徽沿江矽卡岩型铜铁矿床找矿模型.....	(359)
参考文献.....	(367)

第一篇 矿床成矿模式引论

成矿模式是对形成矿床的成矿作用从四维空间进行的高度概括，以不同的形式和深度，不同的内容给予表达，并随矿床学理论研究的发展而逐步深化。按成矿模式所概括的范围可分出不同层次，如矿床成矿模式、区域性成矿模式、矿床成矿系列中不同序次的成矿模式等。成矿模式的深入研究将进一步揭示矿床成矿规律，发展矿床成矿理论及矿床地质学，促进地质科学的发展。它亦为矿产勘查人员提供有关成矿作用较完整的概念及成矿规律，拓宽地质类比的思路，把注意力集中到潜在矿床的关键地质特征上，有助于从整体上研究未知矿床赋存的地质环境，并区分成矿与非成矿环境；制订合理的勘查战略和选用最佳的勘探方法，提高地质一找矿的科学性和社会效益。目前我国固体矿产勘查已进入找隐伏、半隐伏和难识别矿床的“攻深找盲”阶段，这就要求我们必须以地质理论为指导，实现地质一找矿的重大突破。矿床成矿模式是应用成矿学理论指导地质一找矿，作为勘查人员的“智力拐杖”，以达到理论找矿境地的重要途径，是成矿学、成矿预测和地质找矿有机联结一体的桥梁。

第一章 矿床成矿模式研究概况

在成矿学的研究和固体矿产勘查工作中，需要应用一种地质工作者公认而又反映成矿地质理论及规律的某种形式，将已有的矿床资料及成矿规律性的认识综合起来，并用适当的形式展示出来，目前国内外统称其为“矿床模式”。它既是成矿理论和规律的总概括，又是指导矿产勘查的理论依据。“模式”一词来源于英文“Model”，过去有时也译作“模型”，实际上“模式”与“模型”两词差异甚大。对于“Model”一词在地学中的含义，美国地质协会的《地质词典》(《Glossary of Geology》，1980年，第二版)所给的解释为“用描述、统计数字或类比的方法对不能直接观察或难以直接观察的现象或过程所作的一种能起作用的假说或精确的模拟”。这一解释对自然科学的总体来说是确切的，但对地质学来说，特别是将“模式”一词移植到矿床学中并组成“矿床成矿模式”这一高度综合性的名词来说，显得含糊不清。从历史的角度出发，“模式”一词的定义正象香农(Shannon)给出“信息”的定义一样，具有不同的理解。“模式”与“模型”两者常常混淆起来，在此，我们要再次强调两者的基本概念：“模式”是指某种事物的标准形式或使人可照着做的参考对象，重点是阐明事件之间的内在机制及它们的成因联系，向人们表明事物结构和主要组成部分及其相互间的成因机制。“模型”是按照实物的形状和结构按比例组成的仿真品，多用于展览或实验，所以模型也可以是对客观实物及其运动规律的描述模仿或抽象。总之“模型”是对客观对象的模仿，反应它的本质和主要构成因素及其组成因素间的关系。将“模型”与“模式”的概念移植到地质学中，用“模式”描述某些特定的地质现象，展示地质体赋存的地质环境、反映一定地质阶段的地质体的基本特征，是对地质体在时间、空间等多元场中变化的高度概括和成因联系的机制的阐明，是理论的一种简化形式。在60年代正式提出矿床成矿模式之前，矿床勘查及研究者对矿床及区域成矿规律都不断进行各种探索，并不断取得前进，从单个矿床研究到区域成矿研究，在研究到一定深度时把矿床的研究成果归纳，并建立矿床

成矿模式,已从建立单个矿床的成矿模式到建立代表一种矿床类型的具有一定普遍意义的矿床成矿模式,进而到建立区域成矿模式及找矿模型。追索这个历史,建立矿床成矿模式的萌芽应首先出现在中国,在2000年前的《山海经》上就提出某些矿床的矿化的垂直分带规律,并以此指导找矿,到19世纪20年代美国人艾孟斯提出一个比较系统的围绕花岗岩矿床地热分带的规律,当时没有称模式,但已具雏型。亦就在这个时期,我国翁文灏先生对南岭地区金属元素的分带规律亦提出了看法。30年代原苏联学者C.C.斯米尔诺夫提出了硫化矿床氧化带的矿化分带规律,对硫化矿床氧化带中的次生硫化物富集带的形成规律作了精辟的分析,并对指导寻找这类矿床起到重要作用。30年代以来研究矿床的原生分带、矿床的区域性分带在矿床界得到广泛的重视,取得了大量的研究成果,我国张炳燊、郭文魁先生等在这方面都做了很多工作。60年代捷克(1962)正式明确提出“成矿模式”的科学名词,实际亦是在此之前矿床学者长期探索的继续和必然结果。这些新思路发展了矿床学理论。但过去在地质学中普遍使用地质概念模式(K.H.Wolh,在1979年作过系统论述,我国许多地质学者常称“经验模式”),当前较为全面使用“矿床模式”。国外在70和80年代形成矿床成矿模式的研究高潮,但对“成矿模式”作系统研究工作的要算克来克(1962),他提出:“成矿模式可以用来突出矿床的重要特征,绝对真实的模式是不存在的;从实际资料中概括出来,而又经过检验的模式,才是独创性的模式。”1970年提出了“洛厄尔—吉伯特”模式,也就是后来的斑岩型铜钼矿床的成矿模式。在1980年《加拿大地球科学》杂志开设的矿床模式讲座,将成矿模式的研究推向高潮。1982年美国地质调查所R.L.Erickson发表了48个成矿模式的系统材料后,人们对矿床成矿模式有了全面的了解。1983年原苏联的Д.В.龙克维斯特提出矿石建造地质—成因模式的五大原则,将矿床成矿模式拓宽为成矿学的研究内容和视为今后的发展趋势。1984年1月国际地科联(IUGS)设立一个国际的《矿床模式项目》^①(DMP)(1985—1994),目的是交流矿床模式先进的地质科学知识和专门技能用于矿产资源的勘查、评价和开发,促进矿床模式专门技能的系统化。

该项目是在项目指导委员会领导下进行的,已出版的模式资料有:1986年3月由F.M.Vokes编辑的《矿床模式》会议报告(Mineral Deposit Modelling),1984年由加拿大O.R.Eckstrand编辑的《加拿大矿床类型;地质梗概》(Canadian Mineral Deposit Types: A Geological Synopsis);1986年由美国D.P.Cox和D.A.Singer编辑的《矿床模式》(Mineral Deposit Models),该书在1987年又再版发行。另外,自1980年以来在《加拿大地学》杂志上刊登了矿床模式讲座,这些为成矿模式的研究开拓了思路。

到目前为止整个项目已在苏丹、菲律宾、巴西、智利、玻利维亚和中国六个国家成功地举办了六次专题讨论会^②,这些会议改进了现有的矿床模式,介绍了一些新的模式,引起了与会者对矿产勘查的浓厚兴趣。IUGS/UNESCO于1990年8年与第八届国际矿床成因协会(IAGOD)讨论会一起在加拿大渥太华举行了三个半天的国际矿床会议,会议集中对下列问题进行讨论:①到目前为止项目达到的目标成绩,评述六次专题讨论会的技术内容;②讨论七个主要矿床类型的模式;③关于模式研究的将来方向,包括矿床模

^①参阅《矿床模式专辑》一、二集,地质矿产部情报研究所,1988—1990。

^②见《矿床模式专辑》(续篇)p19—24。

式的定量研究等。会议使地质学家特别感兴趣的是关于矿床的勘查模式、资源评价和土地利用计划等。

已召开过的六次矿床模式专题讨论会，内容各不相同。第一次 1985 年 2 月在苏丹喀土穆举行，与第五届阿拉伯国家矿产资源会议联合召开的，有 200 人参加。会议总结了阿拉伯国家战略资源和贵金属资源勘查情况。参加模式专题讨论会的专家提供了一系列有关矿床模式实例和使用方面的文章，叙述了矿床模式的现状。

第二次专题讨论会 1985 年 12 月在菲律宾马尼拉召开，会议总结了金矿、斑岩铜矿、地热系统、块状硫化物矿和铬铁矿的矿床模式。重点讨论建立热液金矿成因模式问题。涉及低硫系（石英、冰长石型）、高硫系（明矾石、硫砷铜矿型）和与碱性岩有关的系列（碲金矿型）的金矿模式；同时还叙述菲律宾斑岩铜矿床蚀变带与金矿化关系的模式；浦岛幸世和井泽英二指出，日本九州南部的岩浆活动和金矿床的形成位置，强调了将金矿化的位置理解成与岩浆活动有关的地热位置，这对金矿勘查具有非常重要的意义。此外对三描礼禾（Zambales）的蛇绿岩进行了研究；考查了阿科杰（Acoje）和科托（Coto）铬铁矿床。

第三次专题讨论会 1986 年 12 月在巴西的贝洛奥里藏特举行，议题是前寒武纪绿岩带含铁建造中的金矿床，考察了米纳斯吉拉斯州著名的“铁四边形”地区（Iron Quadrangle）的主要金矿山，有帕塞吉姆金矿（Passagem）、莫洛维洛金矿（Morro Velho、圣本托（Sao Bento）和库亚巴（Cuiaba）金矿等。讨论最后集中在如何建立该地区的勘查模式以及增加发现新矿床的可能性。

第四次讨论会 1987 年 11 月在智利的圣地亚哥举行。会议的主题是火山中心的含金热液系统。研究了智利浅成热液矿床的模式，并把现代地热系统与世界上已证实的矿床进行了对比。自 70 年代以来，已越来越认识到该地区的许多矿床是位于以成层火山、破火山口、穹隆杂岩、火山管道以及古地热系统的残留物为标志的喷发中心附近，并且认识到在中安第斯地区浅成热液的金-银矿床与已被侵蚀了的火山中心有着空间上和成因上的联系。年轻的火山杂岩覆盖了中安第斯成矿区的 1/3 地区，在那里多数已知的矿床是中新世或更老时代的。在这些杂岩中正在不断地发现新矿床，中新世和中新世前的许多矿床几乎肯定存在于年轻的盖层之下，智利北部埃尔因第奥 Au-Ag-Cu 矿床（EI Indio）是赋存在年轻火山杂岩中，它是目前有经济意义的重要发现，自 1979 年以来该矿床已生产了约 65t 金。其它矿床在成因上与从前的火山中心内次火山侵入体有关。

讨论的一个焦点是地热系与贵金属矿床的相互关系。美国的 C.G.坎宁安把美国西部热泉、酸性硫酸盐和冰长石-绢云母金矿床的特征与活动地热系统特征进行对比，来证实它们之间的成因联系；加拿大的 A.潘特利夫描述了加拿大西部火山中心中浅成热液的贵金属矿床的特征，认为这些特征与深约 3km 的岩浆-热液作用有关。

在讨论会期间考察了一些采矿区，如埃尔因第奥（EI Indio）、埃尔塔姆勃（EI Tambo、埃尔布朗斯（EI Bronce）和洛斯布朗西斯（Los Bronces）等。这些矿床具有火山中心矿床所具有的特征。洛斯布朗西斯（斑岩铜矿床）的特征是至少有七个热液角砾岩筒，火山通道以石英二长岩侵入体为主，矿床显然形成于喷到地表的热液系统。埃尔布朗斯矿床由含金的多金属贱金属脉组成，通常与深剥蚀的晚白垩世破火山口有关；埃尔因第奥 Au-Ag-Cu 矿床，由渐新世-中新世已强烈蚀变的火山杂岩中两类浅成热液脉（金—

石英脉和块状硫砷铜矿-黄铁矿脉)组成,一条主要的金-石英脉平均含金 250g/t,局部品位达到几千克/吨,块状硫砷铜矿-黄铁矿脉含金 4—10g/t。

第五次会议是 1988 年 9 月在玻利维亚的拉巴斯举行的。会议的中心议题是关于火山岩容矿的浅成热液贵金属矿床,选择这个主题也是因为新近认识了浅成热液金-银矿床与中安第斯地区已被侵蚀的火山中心有空间上和成因上的联系。

讨论会上所研究的许多已知贵金属矿床都与各种形状、大小和成分的火山穹隆有关,有些穹隆具有发展良好的凝灰岩边和爆破角砾岩,有些则没有;有些穹隆由粘性岩流组成,有些发育不混熔流体相;有些被角砾岩筒切割,有些被较年轻的流纹岩侵入。重要的是要确定哪些特征是发育成矿系统穹隆所独有的,哪些水文和构造特征使之成矿。

讨论会有力证明了在玻利维亚有着发现新的贵金属矿床的极好潜力。适合这些矿床的地质环境是由年轻的、岩浆演化的火山岩提供,这些火山岩被轻微侵蚀,并且广泛伴有泥化(局部较强烈)一渐进泥质蚀变带。

第六次讨论会 1988 年 10 月在中国太原举行,中心议题是层控铜矿床模式及找矿方向。来自加拿大、美国、联邦德国和澳大利亚的五位专家以及中国方面的代表共 32 人参加了会议。中、外专家介绍了各国的层控铜矿床。并到中条山进行实地野外考察,观察了铜矿峪和篦子沟两个大矿山,最终建立起中条山层控铜矿床的模式。

专家组组长加拿大地调所的 R.V.科根姆把世界上的层控铜矿床分为五类: ① 沉积岩容矿的层状铜矿(SSC),包括近海相的含铜页岩和陆相型红层型矿床; ② 火山成因块状硫化物矿床(VMS),包括与现代和古代大洋扩张中脊有关的蛇绿岩型矿床; ③ 火山红层铜矿(VRC),与红层铜矿相当,但产在火山-沉积岩中,如美国密执安州基韦诺矿床; ④ 其它层控铜矿(OSC),由于强烈形变还未研究出合适的模式,如巴西萨洛博、澳大利亚芒特艾萨、扎伊尔基普席、纳米尔亚楚梅布等矿床; ⑤ 沉积喷溢的铅、锌(铜、银、重晶石)矿床(Sedex)。同时各国专家分别介绍了赞比亚-扎伊尔巨大铜矿带,德国-波兰的含铜页岩、西班牙-葡萄牙黄铁矿带、加拿大阿比提比绿岩带中的铜矿床、阿帕拉契亚块状硫化物带、南部非洲纳米比卡拉哈里铜矿带、津巴布韦德瓦拉斯群铜矿带、北美贝尔特铜矿带和澳大利亚阿德雷德铜矿带等 5 大洲、16 个国家、50 多个铜矿床。中国专家介绍了云南东川、大红山、六苴铜矿、四川李伍、呷村、拉拉厂、大铜厂铜矿,甘肃白银厂、辽宁红透山,内蒙东升庙以及山西中条山铜矿峪、篦子沟、胡家峪、桐木沟和横岭关等铜矿床。

在讨论会上通过资料交流和对中条山铜矿的实地考察,建立了中条山层控铜矿床的模式。由于大家一致认为中条山铜矿峪矿床为斑岩型,不包括在层控铜矿床范围内,所以在建立的模式中不包括铜矿峪矿床。而主要是中条山的胡-篦型(篦子沟、胡家峪、老宝滩、桐木沟、东峪沟、店头)和横岭关型(凉水泉、山神庙、庙疙瘩、东沟)矿床模式。

据上可知,国际矿床模式项目的六次讨论会已经成功举行,矿床模式的国际会议正在筹备之中。各国均在总结自己国家的矿床模式,并与世界级矿床进行对比。无疑这项工作对发展矿床学的成矿理论和矿产勘查会起重要作用。

当前国际上,构置成矿模式的总体指导思想是明确的,美国地质调查所的 D.P.Cox 和 D.A.Singer 是西方专家建模的代表人物,他们提出“模式始于描述,模式的许多属性带有成因意义,……大部分模式成了成因模式。……描述性模式可演化为成因模式。”据此提

出了模型的演化流程分类序列,确定了由单个矿床特征的描述,概括到一组相关矿床的性质的汇集,到构置描述性模式,尔后演化为成因模式,达到建立与成矿作用吻合程度较高的“最终”模式这一信息演化流程的逻辑关系。

原苏联研究成矿模式的历史很久,在30年代,C.C.斯米尔诺夫提出硫化矿床氧化带分带,实际上是次生富集带矿床成矿模式。在30多年前首次公开发表的成矿模式有黄铁矿型矿床的成矿模式(B.H.扎里科夫,1968)、诺里尔斯克型硫化物铜—镍建造的成因模式(E.B.图加诺娃)、稀有金属矿床成矿模式(Г.Н.谢尔巴,1969)等矿床模式,随后相继公布了热液深成矿床模式(Л.Н.奥甫钦尼科夫)、热液—沉积多金属矿床的成矿模式(H.C.斯克里普琴科,1972)、前寒武纪铁矿床成矿模式(R.H.别列夫采夫,1976)、铀矿床成矿模式(T.B.纳乌莫夫,1978)、鲁内德铜—多金属矿床成矿模式。原苏联在研究成矿模式方面侧重于建模的指导原则,成矿预测中的实用价值和地质—地球物理—地球化学的综合方法找矿模型等三方面内容,并深入进行探索。在1983年出版了《内生成矿建造成因模式》一书,它是原苏联研究成矿模式理论和方法的总结,在国际上具有很大影响。

直至今日,国外公开发表有关矿床成矿模式的典型著作有:

——1980年《加拿大地学》杂志上首次开辟了矿床模式讲座,系统地发表了14个矿床模式的材料;

——1983年原苏联Л.В.龙克维斯特发表了“建立矿石建造地质—成因模式的一般原则”的综合理论文章,提出了建立模式五项原则;

——1984年加拿大地质调查所出版了《加拿大矿床类型:地质梗概》一书,公开发表了各类矿床的描述性模式;

——1986年美国D.P.考克斯和D.A.辛格编著了《矿床模式》一书;书中总结了111个国家的3900多个矿床的资料,列出了87个矿床的描述性模式和60个不同类型矿床的品位—吨位模型;

——1988年原苏联的E.A.科兹洛夫斯基发表了“建立矿床模式的方向和任务”一文,首次提出建立地质—物理模型的构想;

——1988年C.J.霍德森发表了“矿床模型在矿产勘查中的理解和使用”的文章,提出建立矿床模式的理论和方法及其在矿产勘查中的实际应用价值。

我国是世界上研究矿床成矿模式的最早国家之一。成矿模式的思想萌芽,可追溯到战国时期(见表1)。由于成矿作用不能直接观察等条件的限制,成矿模式的研究只能在近代地球科学研究实践中逐步深入。首先构置的成矿模式是60年代初提出的黑钨矿石英脉“五层楼”垂直变化规律的描述性模式,在1966年的《地质与勘探》上公开发表。对“矿床成矿模式”作过系统全面和理论性研究工作的是陈毓川与李文达等矿床学家,他们通过宁芜地区铁矿床地质的全面研究,从四维空间把区内具有成因联系的成矿作用及各类矿床总结出时空规律,建立了“玢岩铁矿模式”(1974)。它比单矿床的成矿模式有了新的发展,是我国“成矿模式”研究跨入世界行列的标志,同时为我国成矿理论的研究提供了新的方法途径。1979年,程裕洪教授和陈毓川等矿床学家提出了成矿系列的矿床学新理论,进一步确立了矿床成矿模式研究的理论基础,指明了成矿模式研究日臻完善的具体目标。

表 1 古代找矿模式思辨

序号	模 式 名 称	作 者	时 代
1	矿床产出的模式思辨	中国古代《易经》《管子》 《地镜篇》	周朝、战国，公元前 700—220 年
2	生物与矿床产出模式思辨	中国古代颜真卿段式成	唐代，公元 618 年
3	地下水及石油生成模式思辨	《易经》	周朝，公元前 700 年
4	河水中金属分散模式思辨	V.古林古西奥（意大利）	1540 年
5	水化学找矿模式萌芽	R.W.鲍利	1546 年

注：据刘泉清、欧阳宗圻 1983 年材料改写。

自 1980 年后，我国众多地学杂志上刊载了不少成矿模式的实例，但直到 1990 年中国地质科学院成矿远景区划室才系统编印了“矿床成矿模式选编”（一、二册）。将各个不同时期、不同单位，从不同角度建立的成矿模式汇集起来，形成一套可供广大地质人员参考的系统材料。同年公开出版了《以若干金属矿床为例建立经验找矿模式的研究》一书，将已有的找矿模型汇集起来，供固体矿产勘查人员参考应用。至 80 年代后半期，国内的矿床学家都在研究矿床找矿模型问题，把它扩展到地球物理勘探、地球化学勘探和矿产资源评价等领域，他们都按各自学科要求，建立不同门类的“成矿模式”。矿床学家以矿床赋存的地质环境和矿床自身的内外特征为基础，建立“区域的和矿床的成矿模式”；地球物理学家将地球物理学理论和地质学相结合，建立“地质—地球物理模型”；地球化学家从矿床的物质组分特点、元素的迁移富集条件出发，建立“地质—地球化学模型”；数学地质学家按矿产资源评价的要求，从矿床统计标志出发，用定量特征建立“地质—数学模型”；普查勘探学家则从预测评价和导致矿床发现需要掌握的标志出发，以找矿勘探全过程的要求为准则，建立了“综合技术方法找矿模型”。这一切标志着我国成矿学理论的信息化和找矿勘探理论建立在雄厚的地质基础上。

应用矿床的成矿系列理论，结合相邻学科——地球物理勘探、地球化学勘探和数学地质方法，建立区域性成矿模式，矿床成矿模式和找矿模型（即地质—地球物理模型、地质—地球化学模型、定量评价模型）是我国对成矿模式研究独创的理论方法和途径。

编写本书的目的是：

1. 编写内容限定在固体矿产范围内，以勘查和已开采矿床（区）为目标，导向矿种为对象；建立矿床成矿模式；
2. 研究和制定建立一个完整矿床成矿模式的方法和具体内容，为今后在全国范围内普遍建立模式时供基层地质单位参考应用；
3. 按不同矿床类型和矿种建立若干个矿床的成矿模式，作为中国矿床成矿模式的实例，指导今后全国的建模工作，起到导向作用；
4. 探索建立成矿模式的理论，阐明它在矿床学研究、成矿预测和矿产勘查工作中的

作用。

本书内容是按下列原则编写的:

1. 以成矿系列划分的“系列类别”为纲,以矿种为章节安排本书的总体内容;
2. 区域性成矿模式、矿床成矿模式和找矿模型的描述要求按统一内容编写,防止模式之间的内容差异过大;
3. 本书按成矿模式引论和分论二部分编写,引论叙述矿床成矿模式的理论、方法和模式类别及其与成矿系列的关系、应用的效益等,分论按矿种展示每个矿床成矿模式的具体内容。

本书是一项矿床实际资料的总结研究和成矿学(成矿系列)理论的归纳、应用,形成了成矿学理论与固体矿产勘查相互沟通的桥梁。

参 考 文 献

1. 江西省地质局, 1977, 初论与斑岩有关的“多位一体铜矿床的成因模式”, 地质学报, 51卷, 第1期。
2. 宁芜研究项目编写小组, 1978年, 《宁芜玢岩铁矿床》, 地质出版社。
3. 程裕淇、陈毓川等, 1979年, 初论矿床的成矿系列问题。中国地质科学院院报, 第1号。
4. 程裕淇等, 1980, 区域成矿分析若干问题。中国区域地质。
5. 朱炎龄、李崇佑等, 1980, 《赣南钨矿地质》, 江西人民出版社。
6. 朱训等, 1983, 《德兴斑岩铜矿床》, 地质出版社。
7. 程裕淇、陈毓川等, 1984, 再论矿床的成矿系列问题。中国地质科学院院报, 第6期。
8. 芮宗瑶、黄崇轲等, 1984, 《中国斑岩铜(钼)矿床》, 地质出版社。
9. 邵跃, 1987, 原生晕形成机理及工作方法。《当代地质科学动向》, 地质出版社。
10. 涂光炽, 1987, 矿床的新进展概述。《当代地质科学动向》, 地质出版社。
11. 张炳熹、陈毓川, 1987, 成矿模式与成矿系列。《当代地质科学动向》, 地质出版社。
12. 朱裕生, 1988, 指导成矿预测的地质基础理论—成矿学理论和应用。中国地质, 第4期。
13. 陈毓川等, 1989, 《南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质》, 地质出版社。
14. D.P.考克斯等, 1990, 《矿床模式》, 宋伯庆、朱裕生、李文祥等译, 地质出版社。
15. 朱裕生, 建立成矿模式的内容及工作方法。中国地质, 第二、三期。
16. 朱裕生, 1993, 论矿床成矿模式。地质论评, 39卷, 第3期。

第二章 矿床成矿模式总论

矿床成矿模式是矿床内外部特征各组成要素的概括，是现阶段对矿床形成规律的认识。矿床成矿模式亦是成矿学理论运用于具体矿床的表达形式和地质类比的基础，具有预测性，是矿产勘查的“智力拐杖”，实际上矿床成矿模式也可以作为矿产勘查方法的组成部分。

矿床的成矿模式将充分反映成矿作用过程和矿床形成的复杂的地质条件，并且能说明同一地区不同矿种、不同类型矿床的共生和制约关系。矿床成矿模式包含了预测潜在矿床的一组找矿标志，其中的直接找矿标志可以提高预测区内找矿效果，它帮助地质找矿人员将注意力集中到普查区内关键的地质问题上，识别矿与非矿环境，采用最经济、最合理、最有效的技术方法发现矿床。总之矿床成矿模式突出矿床的重要特征，是进行矿产勘查和选定合理方法的地质基础。

一、成矿模式的概念和内容

在地质科学领域中，由于所研究的地质体都是难以直接观察到的地质过程的记录，而在目前的技术条件下，还不能对地质过程进行实际模拟，即使已开采完的矿床，对其成矿作用和矿床成因仍有很多推断解释的成分，所以当前用“成矿模式”一词来高度概括矿床赋存的时、空多元变化场的各种特征及其各参数之间的相互关系。但由于地质人员对“成矿模式”的理解不一，相继构造了各不相同的名词，如最终模型（D.P.考克斯）、矿石建造成因模式、定量模式（E.A.科兹洛夫斯基）、成矿作用模型（C.J.霍德森）、勘查模式（J.W.巴布科克）等。在综合国内外同行的理论和我国实际资料基础上，成矿模式应包括三个具体内容：

- 区域性成矿模式；
- 矿床成矿模式；
- 找矿模型。

（一）区域成矿模式

区域成矿模式是区域矿产地质工作成果的总结和概括，是区域成矿学成矿规律的展示。具体是指一定的地质单元（或成矿区带）内各种固体矿产的分布特征，阐述特定区域内成矿作用的时空演化、成因联系和成矿机制，对区域成矿规律作高度概括，用以指导矿产预测和勘查工作。区域成矿模式是反映一定成矿区、带的成矿规律。而成矿区、带通常与不同级别的地质构造单元相一致。由于对大地构造运动的真迹还在不断探索过程中，因此对地质构造单元的划分存在各种不同的认识，这亦为成矿区、带的划分带来困难。在实际操作上成矿区带的划分首先应考虑其具有共同的地质构造环境，具有一定的地层与构造边界，即特定的地质构造单元；第二具有共同的地质作用及成矿作用。在很多情况下，两者在空间上可以重合，这是通常的情况，并以其规模及地质构造与成矿性质差异而划分出

不同级别，如全球性的为Ⅰ级（特提斯成矿带、环太平洋成矿带）；大的构造单元为Ⅱ级（华北准地台成矿区、扬子准地台成矿区、华南褶皱系成矿区等）；在Ⅱ级成矿域中次一级成矿区、带为Ⅲ级（长江中下游成矿带、赣东北成矿带、云开隆起成矿区、赣南粤北成矿区等）；在有的Ⅲ级成矿区、带中又可分出Ⅳ级（长江中下游成矿带中的鄂东、铜陵—九瑞、宁芜—庐枞等成矿区、带）；Ⅳ级以下还可分出亚区（带），大的矿田为Ⅴ级。有时地质作用与成矿作用在空间上并非与地壳表层的地质构造区一致，而是穿切不同的地质构造单元，受深部线性构造的控制，形成一些线型的成矿带，如与基性、超基性岩有关的铜镍矿带等。对于上述各类成矿区、带都可编制区域成矿模式，而最有意义的是Ⅲ级以下成矿区、带的成矿模式。

区域成矿模式从成因上可分出两类，即同成因的与多成因的区域成矿模式。这是因为目前我们所见到的成矿区、带严格地说都是在漫长地质年代中各种地质作用的综合产物。不少成矿区、带，尤其是中国这个相对不稳定的地块都经受多次不同时期的地质作用与成矿作用，因此在编制区域成矿模式时必须注意这个事实，以免把不同时期、不同成因的成矿信息混杂起来，得出错误的区域成矿规律。为此，以矿床成矿系列理论作指导是十分必要的。在一个成矿区、带如果目前能查明的仅是一个地质发展阶段形式的地质构造环境及一种地质作用所形成的各类矿床，那么可构成同成因的区域成矿模式，亦就是一个矿床系列或亚系列的成矿模式，这是一类比较简单的情況。对于其它的地质作用虽然发生，但并不强烈的地区亦可适用。另一类成矿区、带是经历了多次地质发展阶段，有不同时期的地质作用与成矿作用，这类成矿区、带的区域成矿模式亦比较复杂，要考虑多种成因因素。首先要分辨出不同的矿床成矿系列或亚系列以及他们各自的成矿规律，其次总结各成矿系列之间相互可能存在的联系和影响，最后在诸多因素中把形成矿床成矿系列的主体地质作用以区域成矿模式的形式表示出来。因此，这类多成因的区域成矿模式并不是反映单一矿床成矿系列的成矿模式，而是反映区内多阶段、多成因因素的综合性区域成矿模式。

上述二类区域成矿模式性质有所差别，但作为建立区域成矿模式的内容是可统一考虑以下方面：

1. 必要图件

- (1) 区域地质矿产图
- (2) 各类矿床综合剖面图（附一矿床特征表，内容相当矿床成矿模式中的基本内容）；
- (3) 区域成矿模式图。

2. 区域成矿模式的内容

- (1) 区域地质环境（用图1说明）（构造单元、区域地质概况）；
- (2) 成矿期次（时代）和成矿作用（与三大岩类作用相关）及有关的矿产种类、矿床类型（概括成矿模式或有代表性的矿床）（用图2及表1说明）；
- (3) 构造对成矿作用的控制（包括不同的构造层、构造分区和构造类型对区域和局部矿化类型的影响）；
- (4) 沉积岩相对矿化类型的控制（层位、岩性、岩相、古地理）；
- (5) 侵入岩对矿化类型的控制（时代、产状、岩性及地球化学）；

- (6) 变质作用对矿床形成的控制 (原岩、温度、压力);
- (7) 各类矿床随时间的演化关系 (矿种、类型);
- (8) 各类矿床的区域分布特征及各自的矿化分带性;
- (9) 各类矿床的识别标志及后期变化特征 (地质、地球物理、地球化学、遥感、剥蚀、改造与破坏程度);
- (10) 成矿系列的类型 (划分依据、矿床类型组合及成因联系) (用模式图说明) 及不同成矿系列之间的关系;
- (11) 区域的和局部的控矿因素及找矿标志;
- (12) 参考文献。

建立区域成矿模式,首先要解决的是成矿区带级别的合理划分问题。不同的大地构造学派和不同的成因观点便会划分出各具特色的构造一成矿区带。而且,在同一构造一成矿区带的某一发展阶段,由于局部地质条件的差异性,导致岩浆岩类别、岩相古地理或变质相带的差别,形成次一级的地质构造单元。相应的矿化特征和矿床组合也表现出明显的分区性。所以,区域成矿规律及区域成矿模式随着成矿区带的不同分级有着不同等级的研究内容。用成矿系列理论作指导,按成矿区带级别建立区域成矿模式是符合区域地质和区域成矿特点的。

建立区域成矿模式,是在详细分析区域地质发展历史和研究区域内各种类型矿床的成矿特征基础上,确定各种矿产种类及其矿化类型与岩浆活动、沉积作用、变质相带的生成关系与区域的、深部的及局部的构造作用之间的制约关系,查明各类矿产的地球物理、地球化学及其他异常的性质,解释不同矿床类型之间在形成和变化方面的可能联系。

显然,为建立区域成矿模式而概括一个地区的成矿规律和确定本地区存在的矿床成矿系列目标是一致的,即阐明一定的地质构造单元内,在一定的发展阶段中,与某种地质作用相联系的成矿作用所形成的各种矿床在不同的成矿期次和不同的成矿环境中变化的规律性,以及不同成矿系列之间的关系。因而建立区域成矿模式即是用矿床成矿系列的理论描述和总结区域成矿规律,划分某一区域内矿床的成矿系列、亚系列及其组合。

要建立一个地区的区域成矿模式,就是把一个地区的各种矿床系列化。成矿系列是由成矿亚系列或不同类型的矿床式和有代表性的矿床所组成的。因此,区域成矿模式是以区域内所具有的矿床式或有代表性的矿床为描述要素,来解释区域成矿作用整体特征。也就是把成矿区内在一定的发展阶段中形成的各种矿床进行归纳和总结,概括出有代表性的矿床类型或矿床式,根据成矿作用—沉积作用、岩浆作用或变质作用及其他作用的关系,划分了不同的成矿系列或亚系列,分析成矿系列中各矿床式及有代表性矿床由于成矿作用的时空差异所产生的变化规律,从而确定各类矿床在区域成矿作用演化过程中所表现的时间上的顺序性和空间上的演化分带性,以及相互间的成因联系和组合关系。

由此可见,区域成矿模式与矿床成矿模式是整体与局部、成矿系列与典型矿床成矿模式的关系。建立各典型矿床的成矿模式是研究成矿系列形成区域成矿模式的基础,新类型矿床的发现和已建立的成矿模式的修改完善都会促进区域成矿规律的研究和深化,对已建