



中国主要大型有色、贵金属矿床 综合信息找矿模型

姚敬金 张素兰 曹洛华 等 编著

地质出版社

内 容 提 要

作者总结中国主要大型、超大型不同类型有色金属及贵金属矿床地质-地球物理-地球化学找矿模型 20 个,分两篇十二章给予介绍。对于每一矿床(田),分别介绍其区域地质背景、成矿环境、矿床地质特征、矿区地球物理特征、矿区地球化学特征、地质-地球物理-地球化学找矿模型,最后列出地质、地球物理、地球化学特征简表。

图书在版编目(CIP)数据

中国主要大型有色、贵金属矿床综合信息找矿模型/姚敬金等编著.-北京:地质出版社, 2002.11

ISBN 7-116-03461-7

I. 中… II. 姚… III. ①有色金属矿床-找矿-地质模型-中国②贵金属矿床-找矿-地质模型-中国 IV. P618.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 088984 号

责任编辑:陈军中

责任校对:王素荣

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>

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:21.25

字 数:480 千字

印 数:1—1000 册

版 次:2002 年 11 月北京第一版·第一次印刷

定 价:52.00 元

ISBN 7-116-03461-7/P·2210

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

前 言

本书是根据原地质矿产部“九五”科技攻关项目“中国主要大型矿床的地球物理-地球化学找矿模型”（编号：95-02-012）研究报告编写的。

原项目的任务目标是：（1）总结提出中国主要大型、超大型有色金属及贵金属矿床的地球物理-地球化学找矿模型 40 个左右；（2）初步建成相应的“我国主要大型有色金属、贵金属矿床的地球物理-地球化学找矿模型库”。由于机构和经费调整，将找矿模型压缩为 20 个左右。此外，为了使找矿模型的找矿标志和矿化信息比较完整，在项目的实施中，纳入了有关地质方面的概括内容，并将“地球物理-地球化学找矿模型”改称为“地质-地球物理-地球化学找矿模型”。

由于学派或观点的不同，矿床的成因分类不尽统一。然而，“矿床”的地球物理、地球化学特征终归是矿（石）与围岩的物理性质和化学参数的客观反映。因此，项目中关于“有色金属及贵金属”矿床的类型划分，采用了以容矿岩石、成矿环境为主，兼顾矿床成因的分类方法。具体分类如下。已完成的建模矿床分布图见图 1。

- | | | | | | |
|----------|---|----------------|--|---|------------------|
| 有色金属矿床类型 | { | 1. 铜镍（钴）硫化物型矿床 | | { | 1. 火山-沉积类型矿床 |
| | | 2. 斑岩型矿床 | | | 2. 变质类型矿床 |
| | | 3. 夕卡岩型矿床 | | | 3. 与火山岩有关的矿床 |
| | | 4. 海相火山岩型矿床 | | | 4. 与基性及超基性岩有关的矿床 |
| | | 5. 陆相火山岩型矿床 | | | |
| | | 6. 海相沉积岩型矿床 | | | |
| | | 7. 其他类型矿床 | | | |

本书由姚敬金组织编写。模型的文字、图件素材中地质部分主要由张素兰、曹洛华编写；物探部分主要由吴守七、曹洛华编写；化探部分主要由金仰芬、张素兰、朱炳球编写完成；部分矿床的地球物理模型的正演计算由钟清完成。陈丽娟、宋伟、李秀菊清绘了所有图件；吴守七对大部分文、图做了校正。全书由曹洛华执笔，张素兰负责图件的综合与编绘，姚敬金最终修改定稿。与其相应的“地质-地球物理-地球化学找矿模型库”，主要由陈少强承担，姚敬金参与了部分工作。

相应的研究工作得到了中国地质调查局张洪涛、牟绪赞、朱明玉、刘纪选等，部高级咨询中心孙文珂专家的指导和帮助；得到了物化探研究所领导、科技处，以及有关处室的关怀和支持；陈云升、周凤桐等提出许多宝贵意见。资料的收集工作得到了有关省局负责人及科技人员的大力支持；并受益于各有关省、自治区和部门的地质同仁们多年来辛勤、艰苦工作成果的积累。谨此致以诚挚的谢意。

限于作者的水平和收集资料的局限，书中不足与疏漏之处，敬请读者批评指正。

作者
2002.8

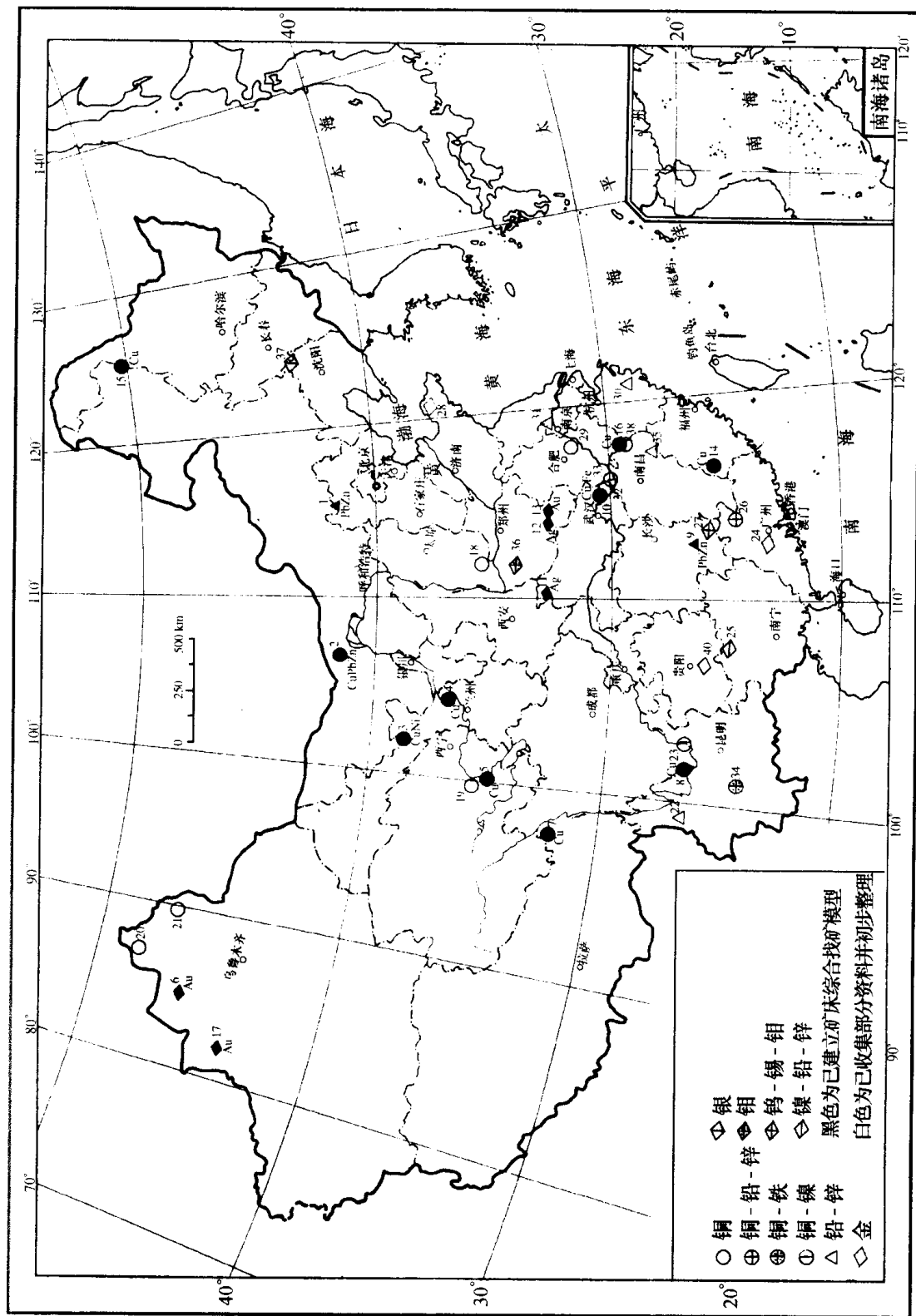


图1 中国主要大型矿床地质-地球物理-地球化学找矿模型建模型分布图
(部分有色、贵金属矿床)

主要技术符号说明

(地球物理部分)

磁法勘查 (常用单位)

M ——总磁化强度 ($\text{A}\cdot\text{m}^{-1}$)	$\Delta T_{\perp}$ ——化极磁异常 (nT)
M_r ——剩余磁化强度 ^① ($10^{-3}\text{A}\cdot\text{m}^{-1}$)	ΔZ ——磁异常垂直分量或垂直磁异常 (nT)
κ ——磁化率 ^① ($4\pi \times 10^{-6}\text{SI}$)	$\Delta Z_{\max}$ ——垂直磁异常极大值 (nT)
ΔT ——磁异常 (nT)	$\Delta Z_{\min}$ ——垂直磁异常极小值 (nT)
$\Delta T_{\max}$ ——磁异常极大值 (nT)	$\Delta Z_{\perp}$ ——化极垂直磁异常 (nT)
$\Delta T_{\min}$ ——磁异常极小值 (nT)	T_0 ——地磁场强度 ($\text{A}\cdot\text{m}^{-1}$)

重力勘查 (常用单位)

σ ——密度 ^② ($10^3\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	$\Delta g_{\max}$ ——重力异常极大值 ($10^{-5}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)
Δg ——重力异常 ($10^{-5}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)	$\Delta g_{\min}$ ——重力异常极小值 ($10^{-5}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)
Δg_B ——布格重力异常 ($10^{-5}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)	Δg_{zz} ——重力垂向二次导数异常 ($10^{-9}\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$)
Δg_r ——剩余重力异常 ($10^{-5}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)	

电法勘查 (常用单位)

ρ ——电阻率 ^② ($\Omega\cdot\text{m}$)	D (型) ——测深 ρ_s 、 η_s 二层曲线 ($\rho_1 > \rho_2$, $\eta_1 > \eta_2$)
η ——极化率 ^② (%)	G (型) ——测深 ρ_s 、 η_s 二层曲线 ($\rho_1 < \rho_2$, $\eta_1 < \eta_2$)
ρ_s ——视电阻率 ($\Omega\cdot\text{m}$)	H (型) ——测深三层曲线 ($\rho_1 > \rho_2$, $\rho_2 < \rho_3$, $\eta_1 > \eta_2$, $\eta_2 < \eta_3$)
η_s ——视极化率 (%)	K (型) ——测深三层曲线 ($\rho_1 < \rho_2$, $\rho_2 > \rho_3$, $\eta_1 < \eta_2$, $\eta_2 > \eta_3$)
M_s ——视充电率 (%)	A (型) ——测深三层曲线 ($\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$)
$\Delta \rho_{s\max}$ ——视电阻率极大值 ($\Omega\cdot\text{m}$)	ΔU ——自然电位异常 (mV)
$\Delta \rho_{s\min}$ ——视电阻率极小值 ($\Omega\cdot\text{m}$)	ΔV ——充电法电位梯度异常 ($\text{mV}\cdot\text{A}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$)
$\eta_{s\max}$ ——视极化率极大值 (%)	TEM——瞬变电磁法 (参数单位: $\mu\text{V}\cdot\text{A}^{-1}$, $\text{nV}\cdot\text{A}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)
$\Delta \eta_{s\min}$ ——视极化率极小值 (%)	

① 其平均值 (或常见值) 一般采用几何平均值。

② 其平均值 (或常见值) 采用算术平均值。

G_s ——视激电率 ($\Omega \cdot m$)

CSAMT——可控源音频大地电磁法 ($\rho : \Omega \cdot m$)

VLF——甚低频电磁法 (ρ ($\Omega \cdot m$) 或 D ($^\circ$))

伽马能谱测量 (常用单位)

w (U) ——铀含量 (10^{-6})

w (K) ——钾含量 (%)

w (Th) ——钍含量 (10^{-6})

c_{TC} ——总量 (10^{-6} ; cpm 为脉冲/分)

目 录

前 言

主要技术符号说明 (地球物理部分)

第一篇 有色金属矿床 (田)

第一章 概 论	(3)
第一节 地质-地球物理-地球化学找矿模型的意义及研究概况	(3)
第二节 地质-地球物理-地球化学找矿模型的一些基本概念	(4)
第三节 地质-地球物理-地球化学找矿模型的构成要素	(9)
第二章 铜镍 (钴) 硫化物型矿床	(12)
第一节 甘肃金川铜镍矿床	(12)
第二节 青海德尔尼铜钴矿床	(29)
第三章 斑岩型矿床	(48)
第一节 黑龙江多宝山铜矿床	(48)
第二节 江西德兴铜 (钼) 矿田	(68)
第三节 西藏玉龙铜 (钼) 矿床	(86)
第四章 夕卡岩型矿床	(102)
第一节 湖北铜绿山铜铁金矿田	(102)
第二节 湖南水口山铅锌矿田	(124)
第五章 海相火山岩型矿床 (田)	(143)
第一节 甘肃白银厂铜多金属矿田	(143)
第二节 四川拉拉厂铜矿田	(171)
第六章 陆相火山岩型矿床——福建紫金山铜金矿床	(193)
第七章 沉积变质岩型矿床——内蒙古霍各乞铜多金属矿床	(210)
第八章 其他类型矿床——河北蔡家营铅锌银热液矿床	(229)

第二篇 贵金属矿床 (田)

第九章 火山-沉积类型矿床——湖北银洞沟海相火山-沉积亚类银 (金、铅锌) 矿床	(253)
第十章 变质类型矿床 (田) ——河南围山城 (沉积) 变质亚类金银矿田	(269)
第十一章 与火山岩有关的矿床——新疆阿希浅成低温热液型金矿床	(291)
第十二章 与基性、超基性岩有关的矿床——新疆哈图构造蚀变岩型金矿床	(309)
后记	(327)
主要参考文献	(329)

第一篇 有色金属矿床(田)

第一章 概 论

第一节 地质-地球物理-地球化学找矿模型的意义及研究概况

一、意义

随着找矿难度增大,人们已致力于寻找隐伏矿和难识别矿;综合物探化探方法已成为现代地质找矿勘查的一种重要手段,而且将发挥愈来愈重要的作用。

矿产勘查是一项探索性很强的实践活动,有着极大的风险性和不确定性,并且需要较长的周期和一个实践、认识、再实践、再认识的反复过程。矿产勘查又是一种经济行为,要求以较少的投入,取得较好的地质效果和较大的经济效益;在社会主义市场经济条件下,其商业性更为突出。当今对矿产勘查方法技术的选择和应用,不仅要求取得地质效果,而且必须经济、合理。矿产勘查又是一门涵盖面很广的综合性应用科学,具有很强的实践性或调查研究性,既要有理论的指导,又需有经验的积累。因此,基于成矿理论指导和找矿实践积累所建立的“矿床模式已被公认是矿产勘查和资源评价的有效工具”^①。

从应用角度分析,矿床模式可分为成矿模式和找矿模型两类。符合客观实际的矿床模式已经发挥并将越来越发挥更大的作用。提高物探、化探方法在地质找矿勘查中的应用效果和经济效益,地质-地球物理-地球化学找矿模型或综合信息找矿模型的指导是不可忽视的。

国际地学界一致认为“多学科综合是矿产勘查获得成功的途径”。随着找矿难度增大,和现代地质勘查方法技术的发展和拓宽,地球物理、地球化学勘查方法已成为地质找矿勘查的一种重要手段,必将发挥愈来愈重要的作用。提高物探、化探方法在地质找矿勘查中的应用效果和经济效益,找矿模型的指导是不可忽视的。

大型、超大型矿床的发现对国民经济发展有着举足轻重的作用。开展大型、超大型矿床的成矿环境、成矿条件,和矿床地质特征的研究已成为世界各国的重要课题。虽然大型、超大型矿床的分布,具有独特性或“点”型特征,但从已知大型、超大型矿床产出的特殊区域地质背景,区域地球物理、地球化学特征,矿床与周围地质、地球物理、地球化学环境的关系等研究矿床的成矿机制和形成规律;进而建立矿床的地质-地球物理-地球化学找矿模型,或简称综合信息找矿模型,作为预测和勘查大型、超大型矿床的“类比”和“求异”的依据,仍然是一种基本的和有效的方法。

① 戴自希执笔。我国十种急缺矿产找矿重大突破的可能途径和对策。地质矿产信息研究成果(29),中国地质矿产信息研究院,1994。

几十年来,我国矿产资源勘查已积累了大量地学资料,发现了许多世界上独特的和优势的矿产;区域地球物理、区域地球化学调查覆盖面积位居世界前列;大部分矿区不同程度的完成了多种方法的中—大比例尺的物探、化探工作。面临地球科学研究向系统化、信息化的发展趋势,总结我国近半个世纪的地质找矿成果,建立中国大型、超大型金属矿床的综合信息找矿模型系统,是一项十分有意义的工作。这对我国进一步开展矿产资源潜力调查评价,发现和评价新的矿产勘查基地和重要矿产集中区,预测和寻找隐伏的、难识别的大矿富矿,乃至提供有效、合理的勘查方法技术组合与流程,都会有重要的借鉴或参考作用。

二、国内外研究概况

自1984年1月国际地科联设立了国际“矿床模式项目”以来,矿床模式已被国内外许多地质学家认为是开展矿产勘查和资源评价的有效工具,符合客观实际的矿床模式已经发挥并将越来越发挥更大的作用。截至二十世纪末,有关“矿床模型”方面的专著和文章已发表不少,其研究内容已由成矿模式延伸为找矿模型的研究,即进一步突出了找矿信息;涉及的学科也从狭义的地质学,扩展到地球物理学、地球化学、遥感地质学等领域,现已成为进行矿产资源预测和评价的基础或依据。

我国是矿床成矿模式研究最早的国家之一,“玢岩铁矿模式”(李文达、陈毓川,1974)的公开发表,是我国“成矿模式”研究跨入世界行列的标志。通过几轮国家科技攻关和(地矿)部重点科研项目的实施,完善了建模方法技术的研究;不少矿床(田)已建立相应的成矿模式,部分典型矿床(矿田)还不同程度的建立了地质-地球物理、地质-地球化学或地质-地球物理-地球化学找矿模型。1993年出版了《中国矿床成矿模式》(陈毓川,朱裕生等),书中肯定了“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,建立区域成矿模式,矿床成矿模式和找矿模型是我国对成矿模式研究独创的理论方法和途径。”1996年献给第三十届国际地质大会的《中国主要类型金矿床找矿模型》(邹光华,欧阳宗圻,李惠等),是第一部对我国主要类型金矿床综合找矿模型的专著。

至今,国内外已提出不少典型矿床(矿田)的成矿模式和找矿模型的范例,但大多缺乏对矿床更深层次的、微弱的、难识别的或直接的、间接的找矿标志或矿化信息较全面的分析,尚少见对重要矿种不同矿床类型进行系统的格式统一的总结;更未见到利用计算机技术构建的“矿床模型(式)库”等。为了更好地利用成矿模式和找矿模型指导矿产资源的勘查与评价,系统地研究和建立我国大型、超大型金属矿床的地质-地球物理-地球化学找矿模型和模型库,是一项有意义的工作,也是一项较大的系统工程。

第二节 地质-地球物理-地球化学找矿模型的一些基本概念

一、地球物理、地球化学勘查

1. 地球物理勘查

地球物理学是用物理学的理论和方法,研究地球的状态、性质、结构、物理现象和物

理过程的一门学科。地球物理勘查是地球物理学的一个分支，简称为物探，是应用物理学的原理、方法和仪器，探寻地下地质结构和矿产资源的一种地质勘查方法技术。其主要优点如下。

——不仅可以了解地表或近地表的地质现象，还可获得深部地质信息。所以，物探所反映的地质现象的深度大，范围宽（从几十公分到几百公里）。

——可以获得多种地学参量和丰富的地学信息。它是深部地质调查的基本方法，也是现代矿产资源勘查不可缺少的手段。近年来，在工程勘察与检测，地下水资源调查与勘测，环境调查与检测，以及某些非地学领域方面的应用已越来越广泛，作用也越来越重要。

——物探的科技含量高，比较容易吸收和引进现代科学技术的最新技术成果，是一种经济而快捷的地质勘查方法技术。

物探方法尚存在以下缺欠。

——物探异常的数学解释及地质解释结果均存在着多解性。

——作为一种固体矿产勘查方法，目前除用磁法找磁铁矿或含磁铁矿物较多的矿体，用放射性测量找铀矿或与铀矿伴生的矿体，以及用电法、重力法寻找相对（埋深）规模较大的块状硫化物矿体外，一般不能以矿体作为直接探测目标。

2. 地球化学勘查

地球化学是研究地球各部分化学元素及其同位素的分布、存在形式、共生组合、集中与分散、迁移与循环等规律的一门学科。地球化学勘查是地球化学的一个分支，“是对自然界各种物质中化学元素及其他地球化学特征的变化规律进行系统的调查研究的全过程。”^①简称为化探。其主要的优点如下。

——可以了解和探测地质体的微观标志，并具有突出的直接性或直观性。

——可用于寻找和发现难识别的（如贵金属、稀散元素、低含量的金属矿等）、隐伏的勘查对象。

——具有快速、轻便及勘查成本较低的特点。

化探作为一种固体矿产勘查方法，尚存在着以下缺欠。

——受分析技术检出限与精确度的局限。

——目前的方法技术，对解决或确定探测对象的空间几何参数的功能较差。

二、物探化探异常

1. 异常的含义

广义而论，地质勘查所指的异常主要有两类，一类是人们直接观察和分析得到的异常地质现象和产物，亦可称为地质异常，如构造的变形、接触热变质带、围岩蚀变、近矿矿物晕等等；另一类是通过仪器观测或分析测试得到的相对正常值的偏差，物探异常与化探异常即属于后一类。

物探、化探异常即地球物理、地球化学异常，是相对地球物理、地球化学正常场或区

^① 地球物理地球化学勘查标准汇编（化探、遥感部分），见：地质矿产勘查标准汇编丛书，地质矿产部地质调查局，1996年8月

域场的偏差。一般而言，矿产的存在往往会产生不同性质、不同规模的物探异常与化探异常，但物探、化探异常并不一定都是矿所引起的。构建地球物理-地球化学找矿模型，必须分析和研究矿及与矿有关的各类异常。

2. 物探化探异常分类

(1) 按异常性质划分。物探异常：根据异常的物理性质可分为重力异常、磁力异常、电（电磁）异常、放射性异常、地震波组（频率、振幅、相位）异常等。

化探异常：按采样介质可分为岩石异常、土壤异常、水系沉积物异常、水化学异常等；按化学元素又可分为各单元素异常、元素组合异常、元素不同相态的异常等；根据其形成又可分为原生异常（同生异常）、次生异常（后生异常）等。

(2) 按引起异常的地质因素划分。矿异常：即与矿有关的异常。按成矿作用的范围，又可分为矿带异常、矿田异常、矿床异常、矿体异常等；根据异常相对矿体的部位，又可分为矿上或前缘异常、近矿异常、矿下或尾部异常、侧向异常等。

构造异常：如断层、褶皱、断裂带、岩体接触带异常等。

岩体异常：即各种岩浆侵入、喷溢形成的岩体所引起的异常。

岩性异常：如某一时代的地层，某种岩相或建造引起的与岩性有关的异常。

深部异常：主要是由地壳深部构造及其岩石结构差异引起的异常。

(3) 按异常范围划分。按异常范围的尺度划分异常，如地球化学省、区域物探异常、区域地球化学异常，以及不同级次的局部异常等。

(4) 按相对于正常场或区域场偏差值的高低划分。如正异常，负异常；强异常，弱异常、低缓异常等。

(5) 按异常的意义划分。异常有意义与无意义是相对的。一方面决定于地质勘查的目标任务；另一方面又往往受人们对异常认识阶段或认识水平的局限。一般可如下分。

有意义异常：除矿致异常外，在进行间接找矿时，某些与控矿因素有关，或与成矿活动有关的某种地质现象引起的异常，亦可作为有意义的异常。

无意义异常：包括某些地形、地貌或表生地质作用引起的假异常；以及某些非地质因素如人文活动、天气变化等造成的干扰异常。此外，某些地质因素引起的干扰异常，如与成矿活动无关的某种岩性异常、构造异常、非金属矿化异常等亦属此类。

三、找矿标志与矿化信息

1. 探测目的物与目标物、直接找矿与间接找矿

原地质矿产部部颁《固体矿产普查物探化探工作要求》（DZ59-88）中有解释如下。

(1) 目标物是相对目的物而言。在矿产普查工作中，普查的最终对象是矿体（矿床），目的物就是矿体（矿床）；而目标物则是物探化探方法可以探测的某些地质体（包括矿体）。

(2) 以直接探测矿体、矿床、矿田信息为目标的工作称为直接找矿；以探测矿体、矿床、矿田有紧密或直接联系的地质体的信息为目标的工作称为间接找矿。在直接找矿时，目标物即目的物；在间接找矿时，目标物是与目的物有某些联系的地质体。

2. 找矿标志

标志即某种特征。找矿标志即矿化作用所显示或所反映的特殊地质现象，或关于探测

目标物或目的物的地质、地球物理、地球化学的辨识特征。它是找矿的重要线索，也是勘查者研究和探索的重要对象。常用的几种分类列于表 1.2.1。

表 1.2.1 找矿标志分类表

按学科分类	按性质分类	按构成分类	按实用分类
• 地质分类标志 • 地球物理标志 • 地球化学标志 • 遥感地质标志	• 确定性标志 • 不确定性标志 ——随机性或统计性标志 ——模糊性标志	• 一次标志 • 二次标志 • 组合标志	• 直接标志 • 间接标志 • 预测标志

与综合信息找矿模型有关的主要标志如下。

(1) 地质标志：包括矿体存在的标志，矿化存在的标志，成矿地质条件及成矿地质环境的标志等。

(2) 地球物理标志：指实测地球物理场及物性参数、变换后的地球物理场及其他参量在空间的特征分布。目前，地球物理标志一般不能直接作为矿化标志，大多是作为某些地质标志的标志。

(3) 地球化学标志：包括成矿元素及其伴生元素，和与成矿有关的地质条件、地质环境的某些指示元素或化合物的空间分布晕。

3. 矿化信息

信息作为一个科学概念，是 1948 年香农首先在通讯领域中提出的。随着近代科学技术的发展，信息概念已广泛渗入并应用于各个领域，其定义有所不同。

根据矿床地质特点，认为在找矿模型中采用：“信息是物质和能量在空间、时间上分布的不均匀程度”的定义较为适宜。矿化信息可理解为：成矿地质作用在空间上（地质成矿背景、成矿环境所形成的或所引起的地质场、地球化学场、地球物理场等）、在时间上（主要地质事件，如成矿期、成矿阶段等）不均匀分布的反映。即矿化信息是反映矿化或与矿化作用有关的地质标志，以及蕴涵于地球物理、地球化学场或物探、化探异常中与矿化作用有关的标志。

四、模式与模型

模型与模式两个词的含义有些接近，因此在使用时常常混乱，有人将它们作为等义词对待，其实两者是有区别的。在英文中也有两个相近的词汇，即“Model”和“Pattern”，它们的解释中有部分是同义的，却又不尽相同。

根据十多种对模型、模式的解释或定义，我们认为《软科学知识辞典》的解释较为适宜。

1. 模型

“是对客观实物及其运动规律的描述、模仿、映象或抽象”。

作为模型，必须满足下列三个条件：

- (1) 与原形之间具有相似的关系，称之为相似性或类比性；
- (2) 在具体研究过程中能代表原形，称为代表性；

(3) 对它做形容能得到关于原形的信息,并可依其进行预测,即具有外推性。

模型分类方式很多,图 1.2.1 为全面考虑了模型的内容、形式和作用而归纳的一种分类方式所概括的模型分类。其中概念模型是根据经验、知识和直觉形成的;思维模型不容易交流;描述模型具有高度的概念化。

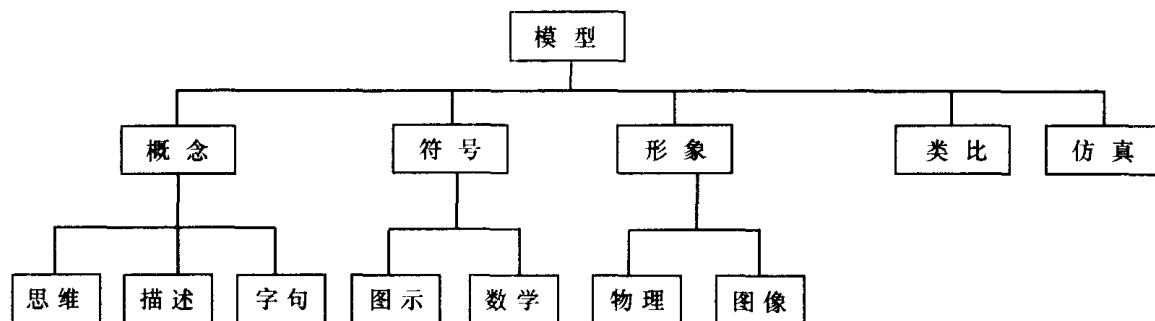


图 1.2.1 模型分类框图

2. 模式

“是对现实事件的内在机制以及事件之间关系的直观和简洁的描述。它是理论的一种简化形式,能够向人们表明事物结构或过程的主要组成部分,以及这些部分之间的相互关系。…”

3. 采用的定义

根据上述对模型与模式的解释或定义,可简括模型主要是对事物形式的简化、抽象;模式主要是对事物内在的简化、抽象。由于对事物形式描述会涉及其某些内在因素,而对事物内在描述时,又往往会采用某种形式表达。所以,模型与模式这两个概念内涵上有区别,而外延有部分重叠,这也是两者容易混同的缘故。

五、成矿模式与找矿模型

1. 成矿模式

目前,成矿模式尚无统一的定义,但矿床地质学家对其内容与含义的解释却是大同小异的。

据《中国矿床成矿模式》(陈毓川、朱裕生等,1993)的解释:“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。”

有色金属勘查系统的专家认为:“成矿模式是对一组相似矿床的成矿过程和成矿机制的理解,是控矿因素在各个环节所起作用的高度概括的一种综合表达形式。”^①

由于地质作用的复杂和找矿实践的局限,决定了成矿模式有以下特点:

- (1) 是成矿过程、成矿机制、成矿规律的高度概括,即具有概括性;
- (2) 仅代表某一特定地质环境,特定地质成矿条件的研究成果,即具有地区的局限;
- (3) 受工作程度的制约,并随研究的深入而不断完善,即属阶段性成果,具有一定的

^① 梅友松,汪东波。铜矿找矿中若干问题的研究,见:中国铜矿找矿新进展。中国有色金属工业总公司地质勘查总局,1993。

不确定性。

2. 找矿模型

找矿模型是在成矿模式基础上, 突出了矿化信息, 明确了探测的目标及其形成的或引起的各类标志; 一个完善的找矿模型还应包括一套相应的勘查方法组合与流程。所以, 找矿模型是成矿模式的延伸, 找矿实践的升华; 它既包含成矿模式的基本内容, 又具有较强的实用性。简言之, 找矿模型是找矿标志、矿化信息及勘查方法的集成或归纳。

与成矿模式比较, 找矿模型具有更强的地区局限性, 其应用效果一方面取决于选定的模型要素是否典型, 是否具有可类比性; 另一方面还取决于所类比地区地质成矿环境与成矿条件的类似程度。

第三节 地质-地球物理-地球化学找矿模型的构成要素

一、地质-地球物理-地球化学找矿模型

1. 含义与作用

地质-地球物理-地球化学找矿模型简称为综合信息找矿模型, 是勘查目的物或目标物及其周围地质背景或环境的地质、地球物理、地球化学特征或信息的抽象集成或总结归纳, 以文字、表格、图形等方式的综合表述。

模型可用于中-大比例尺找矿靶区优选, 指导地质找矿勘查选区, 合理、有效的勘查方法技术选择, 以及物化探资料的分析研究、综合解释等。

2. 分类

(1) 根据模型的抽象、简化程度分类。实际模型或具体模型: 是以某个勘查目标(如矿体、矿脉群等)为对象建立的模型, 多以矿床为表示单元。

概括模型: 是根据类型相同或相近的多个矿床的具体模型, 进一步归纳、抽象或概括的模型。

(2) 按模型表达形式分类。文字描述式模型: 按模型的构成要素, 对矿床的综合特征, 分别以言简意赅的文字予以逐项描述; 特点是模型的要素较完整, 信息容量大, 建立方法简便。

表格式模型: 将模型的构成要素, 以统一的表格形式列出; 特点是简单扼要, 便于模型间的对比。

图形式模型: 将建模对象的主要特征, 多以剖面(断面)形式绘制成图; 特点是一目了然。由于要求有翔实的基础素材, 地球物理部分还须通过计算、模拟及演绎得出量化图形, 因此编绘难度较大, 一般常以示意图式表达。

(3) 为了使建模矿床, 能够提出比较完整的综合信息找矿模型系列, 对于一些物化探工作程度较低或未曾开展过物探、化探工作, 或者搜集不到资料的矿床, 可建立如下模型。

示意模型: 即根据矿床的成矿模式或简化地质模型, 及其与地质体相应的一般岩石物性特征和地球化学参数特征, 示意性地建立的简化找矿模型。

概念模型: 根据矿床的成矿模式或简化地质模型, 借鉴同类矿床的地质-地球物理-地球化学找矿模型建立的推测性的模型。

二、综合信息找矿模型的构成要素

根据大多数矿床的现有资料情况,综合信息找矿模型主要应包含地质、地球物理、地球化学三方面的要素;既要反映一个建模对象——成矿单元(矿田、矿床或矿体)的地质控矿因素、矿化信息的时空变化规律,又要反映相应地质体(建造、岩体、构造单元等)的物理性质和化学元素的空间分布特征,以及不同地质剥蚀面、不同覆盖状况下各种场的演绎和变化。主要构成要素可包含如下内容。

1. 区域背景

包括:区域地质构造部位(构造单元),背景区地球物理场、地球化学场,最好附“区域背景场剖析图”(同范围、同比例尺的地质、地球物理、地球化学并列图)。

2. 成矿环境

包括:地层、构造、岩浆岩、区域地球化学(微量元素的平均含量,区域地球化学异常特征等)、区域地球物理场,附区域场剖析图。

3. 矿床地质特征

包括:矿体组合分布及产状、矿石构造及主要矿物组合、矿化阶段及分带性、蚀变类型及分带、氧化带、主要控矿因素。

4. 矿区地球物理特征

包括:岩矿石物理性质(参数表及分布特征图示)、物性模型(探测目标物与围岩,以及干扰体的物性模型等)、地球物理异常(平面及剖面图)、干扰体或干扰因素及其影响。

为便于矿床间进行岩矿石物性的对比,根据一般常见岩矿石物性变化范围,表 1.3.1 中拟列出几种物性参数的数值分段,权作划分岩矿石物性特征的参考标准。

表 1.3.1 岩、矿石常见物性分级表

密 度		磁 性			电 性			
分级	$\frac{\sigma}{10^3 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}}$	分级	$\frac{\text{磁化率 } \kappa}{4\pi \times 10^{-6} \text{SI}}$	$\frac{\text{剩余磁化强度 } M_r}{10^{-3} \text{A} \cdot \text{m}^{-1}}$	$\frac{\text{极化率 } \eta}{\%}$		$\frac{\text{电阻率 } \rho}{(\Omega \cdot \text{m})}$	
极高	> 3.30	极强	> 10^5	> 10^4	分级		分级	
高	2.80 ~ 3.30	强	$n \times 10^4$	$n \times 10^3$	极强	≥ 50	极高	$n \times 10^4$
中	2.65 ~ 2.80	中	$n \times 10^3$	$n \times 10^2$	强	30 ~ 50	高	$n \times 10^3$
低	2.31 ~ 2.65	弱	$n \times 10^2$	$n \times 10^1$	中	10 ~ 20	中	$n \times 10^2$
甚低	≤ 2.30	微	$\leq n \times 10^1$	$\leq n \times 10^0$	弱	4 ~ 9	低	$n \times 10^1$
					微	< 4	甚低	$\leq n \times 10^0$

5. 矿区地球化学特征

包括:岩矿石地球化学参数(参数特征表)、地球化学异常(平面与剖面图)、元素分带序列与矿化剥蚀程度评价指标、地球化学异常模型图。

6. 地质-地球物理-地球化学找矿模型

——地质-地球物理-地球化学找矿标志集

——地质-地球物理-地球化学找矿模型图