

找矿勘探地质学

(上)

高等学校試用教材



找矿勘探地质学

上册

修订本

北京地质学院 长春地质学院 合編

中国工业出版社

找矿勘探地质学

上册

修订本

北京地质学院 长春地质学院 合编

*

地质部教育司教材编辑室编辑(北京西四羊市大街地质部院内)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $12^{1/8}$ ·字数283,000

1961年11月北京第一版

1964年2月北京第二版·1965年6月北京第五次印刷

印数11,061—14,140·定价(科五)1.40元

*

统一书号: K15165·1129(地质-92)

再版說明

本教材原由北京地质学院及长春地质学院找矿勘探教研室共同编写而成。分上、下两册出版，上册内容包括找矿、勘探两篇，下册内容包括地质编录、取样、储量计算及数理统计学在地质勘探工作中的应用诸篇。

第一版付印时，由于时间匆促，在内容、文字等方面存在不少缺点，甚至错误。经试用一年后，现由地质部责成北京地质学院找矿勘探教研室负责加以修改，但因水平和时间所限，这次只对教材中存在的错误和部分文词在原来基础上进行了修改，因此仍系试用性质。希望使用本教材的同志们多多批评和提出意见，以便将来正式出版时再一并进行修正。

这次修改工作，由赵鹏大同志重新编写绪论部分，卢作祥、范永香、钟宪卿同志负责“找矿”部分，程永长同志负责“勘探”部分，李文达同志负责“取样”部分，李万亨同志负责“地质编录”及“储量计算”部分，王魁元同志负责“数理统计学在地质勘探工作中的应用”部分；最后由李万亨、任建新两同志对上下册进行了全部核对整理工作。

北京地质学院找矿勘探教研室

1963年元月

目 录

緒論	1
----------	---

第一篇 找 矿

第一章 找矿的基本概念	6
一、找矿的概念与任务	6
二、找矿项目与地区的选择	6
三、找矿工作种类及工作程序	7
第二章 找矿地质条件及找矿标志, 成矿预测和评价	8
一、找矿地质条件的分析与研究	8
二、找矿标志	27
三、成矿预测图的编制	29
四、找矿地区的区域远景评价	37
第三章 找矿方法及其合理运用	40
一、地质学方法	40
二、地球化学方法	53
三、地球物理方法	67
四、找矿方法的综合运用及找矿地区 的划分	75
第四章 矿点及物化探异常的 检查	80
一、矿点检查	80
二、物化探异常的检查工作	88
第五章 矿区外围找矿及盲矿床(体) 的找寻	89
一、矿区外围找矿	89
二、盲矿床(体)的找寻	89

第二篇 勘 探

第一章 勘探工作的基本问题	104
---------------------	-----

一、勘探的目的与任务	104
二、矿床勘探原则和主要的勘探方法	104
三、矿床勘探的基本工作及过程	110
四、勘探阶段	112
五、储量分级	114
第二章 勘探过程中对矿床研究的 主要内容和基本方法	118
一、矿床地质的研究	118
二、矿体地质的研究	125
三、矿床水文地质及矿山开采技术条件 的研究	135
第三章 矿区地表地质工作及矿床 的勘探类型	136
一、矿区地表地质工作	136
二、矿床的勘探类型	145
第四章 勘探技术手段的合理运用	150
一、各种技术手段在勘探工作中的基本 任务	150
二、各种勘探技术手段优缺点的比较	152
三、影响选择勘探技术手段的因素	153
第五章 勘探剖面与勘探工程布置	157
一、勘探剖面及其布置	157
二、勘探工程的布置	158
三、勘探工程的施工顺序	166
四、勘探程度	168
五、勘探工程密度的确定	173
第六章 矿床评价	180
一、矿床工业评价因素及评价方法	181
二、矿床评价过程中经济核算方法的概述	186

緒 論

一、找矿勘探地质学的任务和性质

找矿勘探地质学是研究矿床找寻条件和研究工业矿床最有效的查明方法的实用地质学。

大家知道，矿床的普查勘探工作在社会主义经济建设当中具有极为重要的意义。随着社会生产力和科学技术的发展，国民经济对矿产资源的要求无论在种类上和数量上也将日益增多并日趋复杂。例如，由于近年来原子能、火箭技术及其它尖端科学技术的发展，当前对放射性元素，稀有分散元素等资源的要求大增；由于国民经济的发展必须以农业为基础，为了进一步提高农业生产、满足广大农村对水、肥料、农药等的要求，寻找和勘探各种农业矿产，如钾、磷、硫、砷、汞以及地下水等等，就成为地质勘探工作迫不及待的任务。因此，找矿勘探工作肩负着不断扩大矿物原料基地、以满足国民经济建设急需的重大任务。显然，正确运用找矿勘探地质学的理论和方法，会大大提高矿床普查勘探工作的效率。特别是在当前对矿产资源要求极为迫切、找矿勘探技术日趋现代化、出露地表并易于发现和探明的矿产日益减少的情况下，作为理论密切与实际联系的找矿勘探地质学具有重要的国民经济意义。

找矿勘探地质学是一门科学。它的主要研究对象是矿床和矿体，而确切地说，主要是具有工业意义的各种类型的矿床和矿体。它的方法是根据矿床的自然性质、工农业对矿物原料的要求以及找矿勘探技术上的可能性等相互关系进行地质-经济评价。和其他科学一样，它也具有预见的可能，这集中地表现在对矿床的地下储量和产状的预测上等等。除以上三方面外，作为一门科学来说，找矿勘探地质学的目的是从理论上论证并且不断地改进有效地实现矿床普查勘探的原则、方法和手段。由此可见，它毫无疑问是一门科学，并且它和矿床学、工程地质学、水文地质学等一样属于实用地质学(经济地质学)的范畴。

找矿勘探地质学是地质理论与地质勘探实践的纽带。各类地质科学的理论集中地、综合地通过找矿勘探地质学指导地质勘探工作的进行，这是一方面；而另一方面，找矿勘探地质学理论和方法本身以及各类地质科学的理论，又在找矿勘探的实践中进行验证、修正和发展。因此，对地质科学基础理论的了解和善于分析地质环境，是成功地进行找矿勘探工作的主要因素。

找矿勘探地质学又是地质科学与工程技术科学的桥梁。现阶段，矿床的找寻和勘探工作拥有各种技术手段和方法，必须善于根据具体情况使用技术手段。矿床普查和勘探的实践和理论的发展，不断向技术科学部门提出设计和试制新设备的要求，而技术科学的发展又以新的器械装备了找矿勘探工作。所以在实践当中它们是紧密联系、互相促进的。这里还值得提出的是它与数学的联系也十分密切。

最后，找矿勘探地质学是自然科学与社会科学的具体体现。社会主义国家的找矿勘探工作必须从国民经济建设的实际需要出发，以此为安排工作的依据。通过对矿床的经济评

价，使找矿勘探地质学与经济学联系起来，在评价矿床时主要依据是国民经济效果。但在资本主义国家，矿床的勘探和开发是以满足垄断资本的最大利润为前提，所以也就不可能成为真正的科学。

概括地说，找矿勘探地质学是“以地质为基础，以国民经济效果为前提，以技术为手段”。这既反映了这门科学的性质，也反映了它与其它兄弟科学之间的关系。

二、找矿勘探地质学的内容

一个矿床正常的、完整的地质勘探过程(研究过程)包括以下各个环节，它们大致的先后顺序为。

普查(找矿)——若详细划分，又可分为概略找矿、初步找矿及详细找矿三个阶段；

普查勘探；

勘探——又可细分为初步勘探、详细勘探、开采勘探等三个阶段，

编录；

取样；

储量计算；

矿床评价；

矿山地质工作。

然而，在实际当中，这些环节或其中某些阶段往往是相互穿插进行，而有时某些阶段可能在对某一些具体矿床的工作中缺失或仅占次要的地位。比如，在普查阶段也要进行取样，而在矿床开采阶段也要进行普查和勘探等。另外，也有些矿床是偶然发现或是早已发现的，这样就缺乏普查阶段。有的矿床经过初步勘探以后认为无进一步勘探和开采的价值，因此后面的阶段也就不完整或整个缺失等等。尽管有上述这些在实际工作中并不少见的情况，但本学科(课程)体系的建立和内容的确定，是以对矿床进行地质勘探的完整过程为依据的，也即从区域的概略找矿起直到矿床开采为止的整个阶段。

三、找矿勘探地质学发展简史

任何科学的发展，任何科学家的成就都不能离开一定的社会条件和广大群众的劳动和智慧。一门科学的建立和发展历史实质上也就是人类生产力发展历史的一部分。找矿勘探地质学是随着人们对矿物原料在数量上、种类上以及在其地区分布上需要的增长，随着找矿勘探生产实践经验的积累以及其它地质科学理论、特别是矿床学的发展而产生的。它和其它地质科学相比还是一门较年青的新兴的学科。简要地了解这门学科的发展历史，就有助于我们更好地认识这门学科为什么在许多问题上还处于形成或探索阶段，从而使我们有可能更好地不断地为发展这门学科而努力。

人类对于矿物原料的使用以及找矿和勘探的实践活动，从远古以来就已经开始了。原始人类为了制造工具和武器，就开始了最原始的鉴别和找寻他们所需要的岩石和矿物的活动。根据考古出土的文物来看，远在公元前3000年以前，人类就已经利用金、银、铜、铁、锡、青铜、紫石英、天青石、玛瑙、碧玉、硬玉以及其它许多岩石来制造工具了。

作为一门科学，找矿勘探地质学的发展大体可划分如下阶段：

萌芽阶段——一门科学是在“综合了过去历史上一直是零散地、偶尔地出现的成果，

并且揭示了它們的必然性和它們的内部联系。无数杂乱的認識資料得到清理，它們有了头緒，有了分类，彼此間有了因果联系”^①的情况下产生的。“在上世紀[18世紀]末地质学奠定了基础”^②。也就是在同期，找矿勘探地质学开始了它的萌芽阶段。这时对于矿床露头特点及矿床存在的地面标志，追索矿床的标志等方面已有了一些見解，而且也形成了个别的找矿方法，如根据河流砾石找矿等。

“原始的”找矿勘探地质学形成阶段——(19世紀初期至20世紀初期)。1825年出现了第一个对找矿勘探工作方法的綜合論述。在这个阶段出现了对个别类型、个别矿种的找矿勘探方法的著作，如1899年的“层状、巢状及脉状矿床的勘探”、“金矿的普查与勘探”等。

“近代的”找矿勘探地质学形成和发展阶段——(20世紀初至現在)。1929年出版了第一本系統論述找矿勘探理論和方法的著作：“勘探作业方法教程”。在这一阶段中很重要的变化是勘探作业分为两支：一支属地质类科学，即現今的找矿勘探地质学，而另一支則属矿山机械类或技术类科学，即現今的勘探技术。

由上述概况可見，这門学科的形成和发展历史是很短的。在我国，从很早以前，劳动人民便积累了丰富的矿床找寻和勘探的經驗。但在半封建、半殖民地的反动統治下的旧中国，矿业是得不到发展的。只有在解放以后，随着社会主义建設事业的发展。找矿勘探地质学才建立起来。虽然如此，这門学科在我国社会主义建設中所起的作用却是不可低估的，而且它在促进整个地质科学的发展上也将起着重要的作用。

在資本主义国家，找矿勘探学到目前为止沒有独立意义，而相应問題分別归于矿床学的有关部分中。这是由資本主义的社会制度所决定的。

四、辯証唯物主义是找矿勘探地质学的指导思想——論找矿 勘探地质学的几个基本观点

和其它自然科学一样，找矿勘探地质学的指导思想是辯証唯物主义。具体來說，以下几个观点我們认为是这一学科的重要指导思想。

(一)多、快、好、省的观点是指导矿床的普查、勘探及評价等一切工作最基本的思想，是党的社会主义建設总路线的精神在本学科中的体现和运用。換言之，矿床的普查勘探必須是以最短的时间、最少的人力物力消耗而取得最大的地质效果和經濟效果。應該說，这是一項十分困难的任务，为达到此目的，必須首先辯証地認識多、快、好、省之間的統一性，必須認識普查勘探工作中地质效果和經濟效果的統一性。过去，某些地质工作者在布置勘探工程时提出“宁密勿稀”，就是只注意地质效果而忽視經濟效果。另外，在实际工作中也有單純追求速度而忽視质量，或只片面強調质量而忽視速度的情况，所有这些都给工作带来損失。当然，为了达到多、快、好、省地进行矿床的普查和勘探，还必须要有正确的地质理論、找矿勘探地质学的理論和方法的指导。

(二)对立統一的观点在找矿勘探地质学中占极重要地位。多、快、好、省是对立統一观点中的最重要部分，所以将其单独列出，这里再举些例子来加以說明。合理的勘探程度与矿床勘探中的全面研究原則便是对立的統一。事实上，如果没有合理的适当的勘探程

① 引自馬克思恩格斯全集第一卷 1956年，656—657頁。

② 引自恩格斯自然辯証法 人民出版社 1962年，150頁。

度，就不可能有所謂全面研究，因为無論用多么密的勘探工程，对整个矿体而言仍然仅仅揭露了其中的一部分（仍然是小样本的抽样）。反之，如果不遵循全面研究的原則也一定不可能达到合理的勘探程度。此外，如設計与施工、地表与地下、矿区与外围、局部与整体等等，都构成矛盾統一的两方面。

（三）形式与内容統一的观点。矿体的形状、大小、产状等外部因素可視為形式，成因、物质成份、組份品位、比重等内部因素可看为内容。形式决定于内容。矿体之所以具有某种形状或大小首先决定于其成因，而且也决定于有工业价值的組份的存在与分布等特点。任何一个矿体只存在于形式和内容的統一之内，而且也只有从两者的紧密結合中才能真正地了解矿体。因此，在找矿勘探时必须充分考虑并查明矿体的形状、大小及品位以及它們彼此之間的联系。勘探的最終成果——矿床儲量計算——是形式内容統一的最集中表现。工作中忽視任何一面都会造成錯誤和損失。

（四）全局观点。找矿勘探是整个矿业生产复杂过程中的一个重要組成环节。找矿的对象是工业矿床，而找到矿床以后要进行勘探，查明矿床矿体地质，求出儲量做出評价，从而为今后矿床的开采、选矿、冶炼提供必需的設計資料。因此，在矿床的普查勘探过程中必須考虑今后对矿石进行工业利用的一切問題，必須有“一盘棋”的全局观点。如果地质人員只注意找矿勘探工作本身的利益（例如为了節約資金、不考虑勘探坑道今后开采利用的可能性等），而不考虑以后的开采、选矿和冶炼問題，那就势必給后数者带来很大損失。

（五）綜合观点。也就是說要从各个角度去揭露和查明矿床的全部問題。从找矿工作开始一直到矿床勘探結束投入开采都必須具备綜合观点。在找矿项目的确定过程中必須有綜合找矿的思想，即寻找和发现工作地区內可能发现的一切矿种和矿点；在确定找矿地段时必须綜合分析一切有利成矿的地质因素；而在具体布置找矿工作时，需根据所寻矿种及地区特点，綜合地使用普查找矿手段和方法等等。在矿床勘探过程中也同样如此。加强綜合观点不仅可以保証最充分地利用矿产資源，同时也会大大提高找矿勘探工作的效率。

（六）評价观点也必须自始至終貫徹。这是找矿勘探地质学与地质学其它学科的重要区别之一。不要认为只是在找矿勘探工作結束以后才进行对矿床的远景或工业評价，應該在找矿过程中对每一个地质現象的观察都从“是否指示有矿”的評价观点出发。实际上，無論是找矿时地质条件的分析或是各种普查找矿方法的成果解释，均是一个評价过程。另一方面，在布置每一项工作时，如布置每一个钻孔、每一个坑道，都必須具有評价观点，也就是要考虑每个勘探工程起什么作用，起多大作用等等。比較評价也是找矿勘探地质学中最重要的方法之一。

（七）政策观点。党的各項方針政策是辯証唯物主义在具体条件下解决具体問題的体现。政策观点对找矿勘探工作十分重要。认为只要掌握找矿勘探地质学的理論和方法就可以胜利地完成找矿勘探任务的想法是錯誤的。其实，找矿勘探地质学中一些原理原則的确定，除去必需符合地质規律外，也还必需符合党的方針政策，更不要說找矿勘探实际工作的进行更需以党的方針政策为指南了。由此可以明确，地质勘探工作者必須經常认真学习党的方針政策，特別是有关地质勘探工作方面的具体政策，并認真在工作中貫徹执行。

（八）一般規律与具体情况相結合或普遍与单一相結合的观点。規律是事物、現象或过程之間的一定的必然的关系，規律是現象中普遍的东西，它揭露了現象的本质和必然联系。規律是通过研究和比較大量的单一現象和过程而得到的。在找矿勘探地质学中有許多

規律、原則正是建筑在研究大量矿床的实际資料及找矿勘探經驗的基础上形成的。諸如矿床勘探类型、勘探工程間距、矿床儲量分类規範等，它們都具有一定的普遍性，因此在一定条件下起着指导找矿勘探的作用。但是，如果将普遍与单一割裂开来，并且看不到它們在一定条件下有相互轉化的可能性，則必然形成机械地生搬硬套，或是导致工作的盲目性。否定普遍的一般規律或者否定单一的具体情况都是不对的，只有把普遍和单一結合起来，才能得出对具体地区或矿床的科学認識，从而才能正确解决找矿勘探任务。

(九)理論与实际相結合的观点。有人认为找矿勘探地质学是純方法性的学科，所以它以前也一直被人称为“矿床的普查与勘探方法”；也有人孤立片面地只強調找矿勘探地质学中的某些理論原則而忽視具体矿床和地质条件的千变万化和复杂情况，这显然都是不恰当的。在学习和运用“找矿勘探地质学”的过程中，必須強調理論联系实际。对于方法性强的部分應該注意了解其理論基础，而对理論性較强的部分，需要掌握其实际应用及方法，两者的結合是十分重要的。

总之，找矿勘探地质学和找矿勘探实际工作都必須以辯証唯物主义为指导思想，也只有如此，这門学科才能得到迅速的发展。

参 考 文 献

1. 找矿勘探地质学 (上册) 北京地质学院勘探教研室及长春地质学院勘探教研室編 1961年
2. В. М. Крейтер Поиски и разведки месторождений полезных ископаемых (1) 1960
3. В. М. Крейтер Задачи и значение учения о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых
Известие Вузов геол. и разведка №3 1962

第一篇 找 矿

第一章 找矿的基本概念

一、找矿的概念与任务

找矿是在某一地区找出国民经济所需要的矿产，并为进一步勘探工作打下基础。因此，找矿工作的具体任务是：

- (1) 找到大量合乎国家需要的矿产；
- (2) 查明矿床的远景，評定其实际意义，确定其是否值得进一步工作；
- (3) 提出进一步研究及勘探矿床的方法；
- (4) 查明矿床勘探的主要经济技术条件。

为了完成上述任务，找矿工作应包括下面几个主要内容：

(1) 根据国民经济总的方针政策及对工作地区具体的要求和规划，掌握国家所給予的找矿任务的意义及其实质，明确与其有关的合理的工业布局。

(2) 深入地研究工作地区的成矿地质条件、找矿标志，通过綜合分析和比較，建立正确指导思想，确定在哪些地方最有可能找到哪些矿床。

(3) 采用綜合的方法在工作地区进行找矿，正确地选择和組織进行各种有效的找矿方法，包括地质学方法、地球化学方法和地球物理方法。

(4) 对已知或可能含矿的地段(矿点及其它矿化标志等)进行研究，并提出初步的远景評价。

为解决上述第(1)、(2)两项任务，必須要正确地确定找矿的方向及工作布局，也就是要解决“找什么？”和“到那里去找”的問題，而第(3)、(4)两项就是在此基础上解决“怎样找？”的問題。

二、找矿项目与地区的选择

找矿工作的具体任务是：在一定時間內，在指定的地区找到质和量上符合国家需要的矿产。这项任务中最关键的中心問題則是找矿项目(“找什么”)和找矿地区的选择(“到那里找”)两个問題，特别是后者。

决定找矿工作的方向、布局和具体任务的因素，不外以下两个方面：

(1) **經濟因素**：如工业布局、資源配套以及矿床所在地区的交通条件，工业部門对矿床規模、矿产种类、开采条件等各方面的要求。

(2) **地质因素**：根据已知找矿地质条件及找矿标志，对工作地区含矿情况所做的預測和評价。

前者是国家的要求，而后者則是客觀上的可能性。在确定找矿工作的任务时必须充分全面地考虑到这两方面的因素。

国民經济建設的布局必須考虑到資源分布情况，但是更要考虑到国民經济的需要及經济上的合理与否。例如，我們一方面需要考虑到在具有一定工业基础的地区的交通沿綫找矿；而交通条件不便的地区，但地质条件良好，准备新建工业，亦应进行找矿。

要认真分析研究工作地区的成矿条件和找矿标志，根据現有的科学理論，創造性地找出与成矿有利的因素，采用灵活有效的方法找到国家所需要的矿产資源。在评价地质成矿条件时，必須注意到我国目前許多地方地质研究程度还很不够，就是已經总结出来的地质成矿規律，也并不一定完全适用于所有地区。当然，这不意味着我們可以不要已有的科学理論做指导，盲目地进行找矿，只不过是強調在工作中必須具有忠心耿耿，千方百計为人民服务的作风和唯物辯証的指导思想和工作方法。在工作中提倡发揚敢想、敢說、敢干的革命精神，同时又要实事求是，坚持工作的严肃性、严格性和严密性，把革命性和科学性结合起来。地质人員与羣众相結合的方針在进行找矿时，也必須加以貫徹。

三、找矿工作种类及工作程序

有計劃的找矿工作，在最初阶段，具有区域矿产調查性质，而后集中于最有希望的含矿地区，最后則局限于个别矿床或矿田。科学的找矿工作，是建立在对工作地区有比較充分的地质研究的基础上，所以找矿工作与地质測量紧密相关，只有認真地进行区域、矿区或矿床的地质研究，才能有成效地开展找矿工作。

根据我国当前生产的实际情况，找矿工作可分为以下几种：

(一)区域性的找矿工作：即在研究区域地质的基础上，对区域进行远景评价借以找出矿床或最有远景的含矿地段。还可分为以下两种：

1.区域地质測量及綜合普查找矿：其比例尺可为1:100万，或1:20万。这类工作对闡明区域地质成矿規律含矿远景有很大意义。国家有統一的规范要求及驗收标准，工作要求比較严格全面。一般由各专业区測队来进行。

2.專門性地质測量及找矿：其比例尺随具体要求而定，一般为1:10万或1:5万。这类工作主要是結合国家当前生产需要，直接找到企业急需的矿产，做到矿种間的配套，达到工业上合理布局的要求。这类工作对直接要求的矿种，做得比較詳細。一般由专业的普查队或生产部門地质队担负。

(二)矿点（及异常）檢查：对区域找矿、羣众报矿及已有地质及开采資料所得知的矿床、矿点或异常进行檢查评价，确定其是否为工业矿床，有无必要进行勘探。其比例尺常为1:1万—1:2千。这种工作有时可做为区域性找矿工作的一部分。

根据工作步驟及研究的詳細程度大致可分为两个阶段：前一阶段，通过对矿点的研究、并进行少量最必要的取样和揭露，确定其是否具有进一步工作的必要；后一阶段，对矿点进行較系統地研究、取样及揭露，进行露头评价（初步远景评价），指出其为工业矿床的可能性，确定該矿点是否可以做为勘探基地，这一阶段有人称为普查勘探阶段。前后两阶段，以及与勘探阶段，工作是連續的，有时很难截然分开。

(三)盲矿床的找寻：找矿工作除了要查明出露于地表的矿床外，还应当发现隐藏矿床，以利于进一步扩大矿物原料基地，和延长矿山寿命。

找矿工作的一般程序應該是“从面着眼，从点着手，由点到面，面中求点，点面結合”，并漸次由对地表的研究，扩大到深处找矿。“从面着眼”“面中求点”是指由大面积区域性的

找矿工作开始，然后逐步缩小范围，找出矿床转入勘探。“从点着手”“由点到面”是指从点出发以地质观察和矿点检查为基本方法，然后逐渐扩大，为区域成矿规律研究提供依据，进而指导找矿。两者是密切联系的，只有根据具体情况，灵活地确定合理工作步骤和工作形式，因地制宜，才能多、快、好、省地找出国民经济所急需的矿产资源。

第二章 找矿地质条件及找矿标志，成矿预测和评价

有用矿产的形成是地壳历史发展某一定阶段的产物，所以它在地壳中的分布是有规律的。这种规律性一般由许多有利于成矿的复杂条件所决定。因此，在找矿时必须综合研究控制成矿的地质条件及找矿标志，其意义在于：

(1) 利用矿产生成的客观规律及其标志，科学地进行矿产预测，指出找矿方向，使找矿工作主要集中在最有希望的地区；

(2) 为含矿地区和矿床的远景评价提供地质依据；

(3) 根据找矿地质条件及找矿标志的分析与研究，结合区域的自然地理条件，选择合适的找矿方法，并进行相应的找矿组织计划工作。

控制成矿的地质条件(即找矿地质先决条件或找矿地质前提)主要有以下几类：

岩浆岩条件；

构造条件；

岩性条件；

地层、岩相、古地理条件；

变质作用条件；

地貌条件；

风化作用条件。

对于内生矿床的形成，一般岩浆岩条件、构造条件及岩性条件是主要的；而外生矿床则以地层、岩相、古地理的条件为主。然而，各项条件都不过是地质发展的某一侧面，它们彼此之间是有着密切的内在联系的。例如：许多区域性的构造不仅决定了本区的构造情况，同时也控制着岩浆活动以及沉积作用，而地壳中有用元素的富集，也正是这些因素相互作用的综合结果。所以必须全面地分析与研究成矿控制因素，才能获得最好的找矿效果。应当防止孤立片面、形而上学的研究方法。为了综合全面地分析与研究找矿地质条件，最好是采用编制成矿预测图的方法，即以预测矿产为目的，尽可能系统全面地从各个方面来整理和研究全部已有地质及矿产资料，以作出最有科学依据的推断。显然，预测图的精度在很大程度上决定于已有资料的完备程度，同时也决定于我们的工作方法的正确性。

下面我们将有关的问题逐项进行论述如下：

一、找矿地质条件的分析与研究

(一) 岩浆岩条件的分析与研究 从找矿的角度出发，研究区域岩浆活动的主要目的应当是：

第一，阐明区域岩浆活动对于成矿的控制作用，以确定找矿最有远景的地段。为此，

应从下面两方面来进行研究：

(1) 岩浆岩体与有关矿床在空間上的关系；

(2) 岩浆岩体与有关矿床在時間及物质成分上的关系，即根据各区的岩浆岩条件預測可能找到的矿种。

矿床成因的研究对于查明上述关系往往具有直接的指导意义。为了正确地闡明上述关系，必須首先尽可能地查明岩浆活动与有关矿床的成因关系。

第二，对于已发现的有关岩体的含矿性进行預測评价。为此，必須結合周围地质环境对于岩体的产状、侵蝕深度等作进一步的研究。

现将上述有关問題分述如下：

1. 岩浆活动与矿床的成因关系：关于这个問題，目前还有着許多不同的論点，一般說来，内生金属矿床与岩浆活动間的成因关系可以从下列几方面的情况进行判断：

(1) 岩浆岩与矿床在同一地质时代同一成矿期形成。

(2) 岩浆岩与矿床位于同一地质构造中。例如基性及超基性岩与所属有关矿床往往发育于地槽活动初期或区域大断裂帶中；巨大酸性岩浆岩及与其有关矿床，常出于巨大的复背斜帶。

(3) 形成时岩相——深度条件相同。一般的規律是金属矿床的深成相（如鎢、錫、鉬等石英脉及云英岩矿床）与岩浆岩的深成相发育地区相联系；半深成的、复杂金属矿床（如矽卡岩型銅、鉛鋅等矿床）与岩浆岩的中深成相发育的地区相联系。但是同类矿床也往往在不同的岩相深度环境下出現。

(4) 矿床与岩墙的关系：对許多内生金属矿区的观察表明，在主要侵入岩形成以后，常有煌斑岩等脉岩貫入，然后才开始矿化作用。因此有人认为成矿应当与这些脉岩（活动时间最接近成矿时期的）所标示的深部岩浆活动有关，而不是象通常所认为的那样，与地表附近所見的主要侵入岩有关。关于这个問題目前还研究得很不够，牽涉面也較广，但无疑对岩脉与矿床关系的研究能对矿床成因的闡明提供极为有意义的資料。

(5) 一定成分岩浆岩与一定类型矿床的关系，也就是成矿专属性的关系。这个問題将在下一节專門討論。

(6) 矿床分布規律与岩浆岩体的关系：最典型的例子是某些与中酸性侵入体有关的矿床形成的带状分布，从大的成矿区域到个别矿床或矿体均可見及。在有些矿区，可以見到圍繞着花崗岩类岩体分布有一系列的岩浆期后矿床或矿化点，它們随着距离岩体的远近而表現为不同的矿种和矿床类型，形成規律的带状分布。通常距岩体較近者为高溫矿床，越远則逐漸过渡为低溫矿床。例如我国某些矿区，在紧靠花崗岩接触帶附近为矽卡岩及高溫石英脉型的鎢、鉬、錫等矿床，而較远的地段，則分布有从高溫到中低溫的鉛鋅等矿床。英国的康瓦尔(图1)、美国的亨蒂克等許多矿区都有带状分布現象。带状分布可以說明矿床与有关岩浆活动的成因关系，对于指导找矿有重要的实际意义；但是带状分布本身由高溫向低溫矿化的規律則不是絕對不变的。正如C.C. 斯米尔諾夫所指出的，由于热液活动的周期脉动、围岩岩性及构造等具体因素的影响，分带的順序是可变的。

(7) 地球化学标志：即岩体与有关矿床中物质成分方面的某些共同特点，主要可以从以下几方面进行对比：

A. 岩浆岩及矿床的矿物成分：曾有許多人对此問題进行过研究。例如某地的花崗斑岩

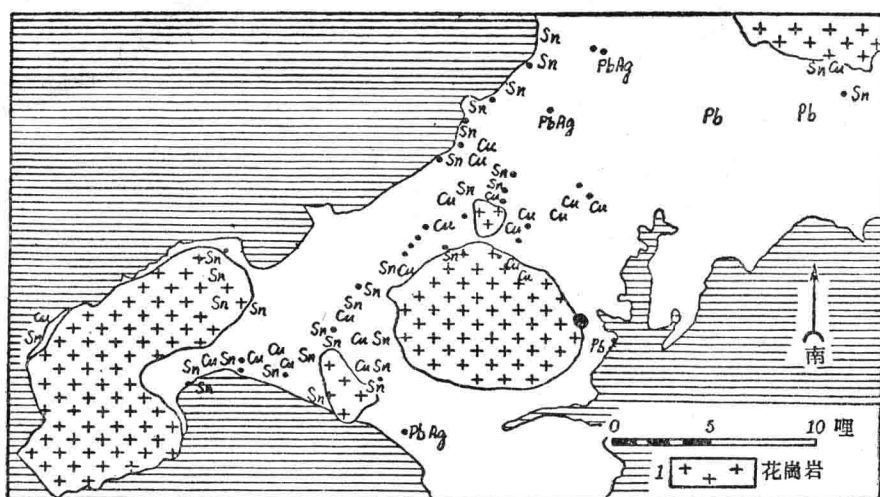


图 1 康瓦尔地区带状矿化略图

(根据柯林斯等)

与有关伟晶岩及石英-锡石矿脉的成因关系,该区花岗斑岩由天河石、钠长石及石英组成,并含有黄玉、铁锂云母,局部含锡石及鉍鉍铁矿,斑岩外缘为富含黄玉的角岩,在角岩带中发育有伟晶岩式的石英、天河石脉,这些脉中含有黄玉,越靠近花岗斑岩黄玉量越多,同时出现锡石、黑钨及铅、锌等硫化矿物,在花岗岩接触带附近有由石英、黄玉、铁锂云母、锡石和硫化矿物所组成的热液矿脉。对上述情况最适当的解释是伟晶岩脉及矿脉与花岗斑岩具有直接成因关系,岩浆期后的溶液取得了岩体中的有关组分,进入围岩,形成了伟晶岩及矿脉。在有关岩体中天河石的存在标示了它们之间的成因联系。为了研究这一方面的问题,还可以采用人工重砂等方法,进行副矿物研究对比。

B. 矿石与岩浆岩中的某些相同化学元素,特别是一些具有特征性的微量元素的有无、多寡及其组合。

C. 岩浆岩内成矿元素的克拉克值,如有人研究某区含锡花岗岩含锡由17~25克/吨,含铅、锌和铜极微量;而邻近与多金属有关的花岗岩则含铅86克/吨,锌10克/吨和9~26克/吨的铜,但含锡极微量。

D. 矿石及岩浆岩的绝对年龄及某些元素的同位素的测定,这方面目前还处于开始试验阶段,但显然是很有发展前途的方向。

在对比上述一系列物质成分上的异同时,常常遇到的争论是:岩浆岩中有关物质成分是本生的还是成矿时从外部加入的,这一点必须根据具体情况找到可靠的证据,目前还没有统一的方法。

关于矿床与岩浆活动的成因关系问题,目前还存在有许多争论,包括上面所谈的一些判断标志,也存在着不同的解释和论点。有时这些“标志”还可能出现互相矛盾的情况,因此必须综合地进行全面考虑。对于实际工作来说,最要紧的是要知道有这样的一些联系现象,并利用它们去指导找矿,而成因问题则是要逐步加以解决的。

2. 岩浆岩与矿床的空间关系:按不同成因和产状的花岗岩分别叙述如下:

(1) 侵入体与矿床的空间关系:众所周知,矿床与侵入体的空间关系基本上可以分为

下面三种：

A. 矿床分布于岩体之内：如与基性、超基性岩及硷性岩有关的鉄、鈦、鎳—銅、鉬、磷及某些稀有元素的矿床。这类矿床通常产于岩体的底部或某一定岩相之中，有时受岩体中的裂隙等构造控制。

B. 矿床分布于侵入岩体与圍岩接触带附近：如与中酸性岩有关的矽卡岩型、云英岩型及高温热液的鎢、錫、鉍、鉬等矿床。这类矿床常受内外接触带的各种裂隙（包括沿接触面及不同岩层层間滑动所产生的裂隙）或一定岩性的圍岩控制。查明岩体和圍岩的接触面产状，对于这类矿床的寻找和评价有很大意义。

C. 矿床分布于侵入体周圍的圍岩之中：包括多种类型的中、低温热液矿床。某些地区的經驗証明，規模巨大的中—低温鉛鋅矿床，往往分布于距花崗岩等大侵入体数十公里以外的地区。

(2) 斑岩等小侵入体、岩墙与矿床的空間关系：許多热液矿床，特别是多金属矿床，往往与中酸性岩的岩株等小侵入体密切伴生。M. B. 博罗达耶夫斯卡娅把小侵入体按其成因分为三类：

A. 噴出岩的根部，主要与某些黄鉄矿矿床有关。

B. 与大侵入体同源的脉岩相，主要与某些早期热液矿床及云英岩型矿床有关。

C. 独立的岩株、岩墙侵入体，与多种热液矿床有关。

斑岩等小侵入体与矿床的成因关系还有待进一步研究，許多地区的工作証明，它們实际上只是空間的伴生关系而不一定有成因联系。根据某些矿区对岩株研究的結果，証实它們很快地向深处縮小或尖灭，但矿体則仍向更深处延續(图 2)。所有这些資料都迫使人們推断，这些斑岩及矿床都是深部岩浆源的衍生物，它們不过是沿同一的通道活动，因而空間上密切伴生。由于距离岩浆源較远，所以侵入体为斑岩等淺成相，而有关的矿床亦多系接近中温的热液矿床。

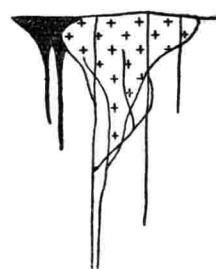
許多热液矿床与脉岩有密切关系，矿体产于某一組岩脉的近旁，或者沿与岩脉同一系統的裂隙产出；它們的关系与上述小侵入体和成矿的关系类似。研究这些岩脉的产状及分布，对于指导找矿及闡明矿床的形成过程，有很大的实际意义。

(3) 噴出岩与矿床的空間关系：許多矿床产于一定的噴出岩系中，如細碧角斑岩中的黄鉄矿型銅矿、玄武岩中的沸石—自然銅矿床以及与次生石英岩有关的金属与非金属矿床等。关于它們的成因关系，还有许多爭論。从实际意义上看，找到这些有关的噴出岩系，可以直接指导寻找有关类型的矿床。

在某些中酸性火山岩与碳酸岩接触带附近，有时形成不甚典型的矽卡岩多金属等矿床。这类矿床以中小型較多，关于它們的成因問題也还没有充分查明，較为可能的是它們只具有空間关系，成矿的母岩是附近与火山岩同源的大侵入体。

3. 岩浆岩的成矿专属性，即一定成分的岩浆岩与一定的矿床有关，某一成分岩浆岩体的存在，可以作为寻找与其有关矿床的前提，一般的关系如12頁(图 3)。

不同成分的岩浆岩与其有关的矿床的联系，示意如图 4。



1—花崗斑岩；2—矿体；3—圍岩。

图 2 花崗斑岩岩株和热液矿脉的关系示意图 (根据B. И. 斯米尔諾夫)

晚期岩浆期后阶段 (靠近和远离侵入体)		SbHg 含硫化物 Au 含石英	
		— Cu, Pb, Zn, Co, Bi — 含硫化物 Sn 含石英	
		含磷矿卡岩 Mo, W	
早期岩浆期后阶段 (靠近侵入体)	CuNi, Pt	Fe, W, Mo, Pb, Zn, Cu, Au, Co	含磷云英岩 Sn, W, Mo
岩浆阶段 (在侵入体内部)	Fe-Ti PtCr		TRTaNb
成矿阶段	纯橄岩 及橄辉岩	辉岩 长 苏长岩	闪长岩 花岗 闪长岩 花岗岩 白岗岩
	碱性岩		碱性岩
侵入体成份		超基性和基性岩浆族	花岗岩族 碱性岩族

图3 与各种不同成分岩浆岩有关的金属矿床
(根据B.И.斯米尔诺夫)

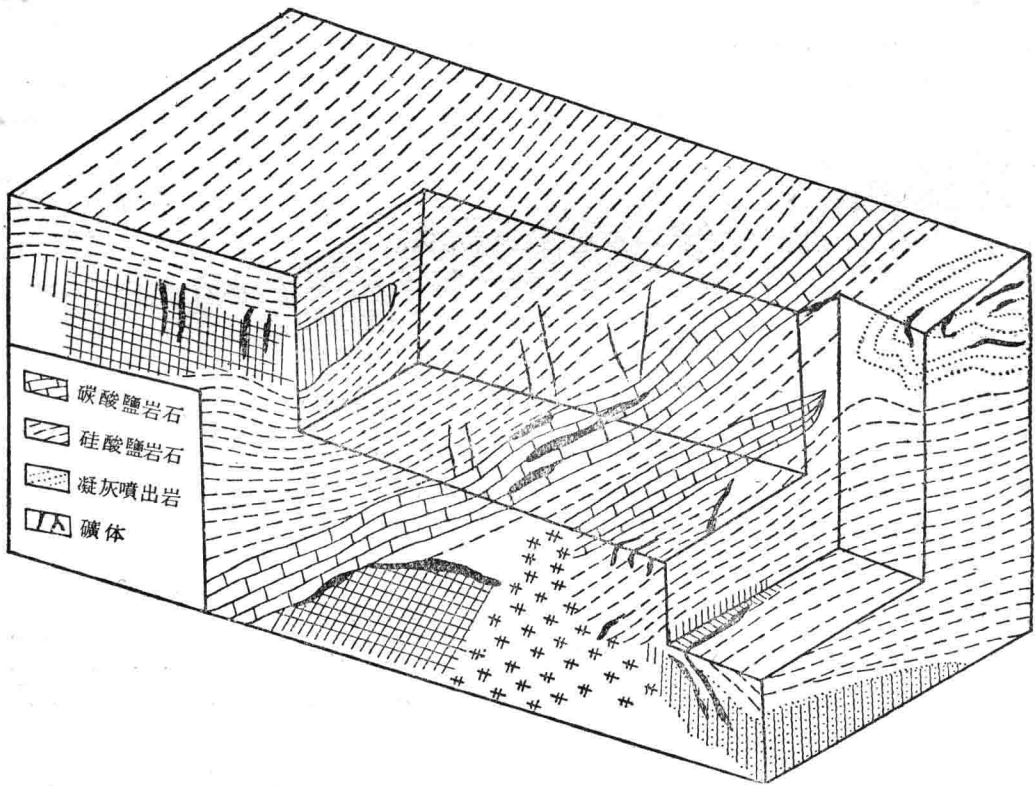


图4 各种岩浆成因矿床的位置与岩浆岩的关系示意图
(根据B.И.斯米尔诺夫)

然而，在通常情况下，并不是所有侵入体都同样含矿，因此必须对区内岩浆岩进行更详细的研究与分类，以进一步查明各种岩浆岩的具体含矿规律，特别是有利矿化部位的查明。这些规律往往是带有区域性的，它决定于区域地质特征，一般也仅适用于一定区域。岩浆岩成矿专属性的进一步研究，一般应从下面两方面入手：

(1) 岩浆岩的时代及其活动环境：不同时代侵入岩的含矿性往往是不同的。例如我国北方，与前震旦纪花岗岩有关的矿产主要为硼、富铁及某些放射性元素等；而与燕山期花岗岩有关的则主要为多金属及某些稀有金属。因此必须区别不同时期的岩浆岩，分别研究