

高等学校教材試用本

矿床学簡明教程

成都地质学院編

只限学校內部使用



中国工业出版社

高等学校教材試用本



矿床学簡明教程

成都地质学院編

中国工业出版社

本书是为普查及勘探专业以外各有关专业编写的，内容共分三大部分，即：矿床成因理论、金属及非金属矿床工业类型和可燃矿产。

为了结合各有关专业对矿床学内容的要求，以及帮助学生掌握矿床学最基本的知识，在编写中简明介绍了矿床学最重要的理论，并重点叙述了最基本的矿床类型。

矿床学简明教程

成都地质学院编

地质部地质书刊编辑部编辑

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可出字第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787×1092 1/16·印张15 1/2·字数368,000

1961年10月北京第一版·1961年10月北京第一次印刷

印数0001—3343·定价（10-6）1.85元

统一书号：15165·1049·地质

—59—

序 言

本教程是为非普查及勘探的各有关专业而編写的。

教程内容包括：矿床成因理論、金屬及非金屬矿床工业类型和可燃矿产等三大部分。

为了結合各有关专业对矿床学內容的要求以及帮助学生们掌握矿床学最基本的知識，所以，在編写过程中尽量簡明地介紹矿床学中最重要理論和重点地叙述最基本的矿床类型。学生在学完以后，要求达到对矿床学最重要問題有一概括的了解，并在实际工作中結合本专业知識能加以运用。同时，为更易于掌握和理解課程內容，我們在編写中尽量利用有关图片和表格資料，增强形象化。

但是，由于編写時間极为急促，以及限于編者的业务水平，許多資料未能加以綜合并收入教程中。在教程中不妥和錯誤之处在所不免，希望利用本教程的教师和同学们提出宝贵意見，以便修正和补充。

本教程是以北京地质学院“矿床学簡明教程”讲义为基础，由成都地质学院矿床教研室教材編写組編写的。参加編写工作的有：郑明华、王潤民、聞格、廖光素、郭福祺、崔梦齡、張存默、章英兰和吕达人。

脫稿后，經由李唐泌教授和佟慕俠讲师审閱和校对并經院党委审查通过。最后提交地质部，再次得到地矿司李悅言总工程师的审閱，提出許多宝贵意見。

在編写过程中，院繪图室、找矿58級部分同学以及各有关部门給予极大的支持和帮助。我院党委的領導和关怀，是促使本教程得以順利完成的根本保証。

編者对党委領導同志、李总工程师，以及关心并帮助編写工作的同志们致以最崇高的敬禮！

編 者

1961年5月16日

目 录

序言	3	第三节 我国铁矿床形成的地质条件及其分布规律	84
绪论	7	第 二 章 锰	85
第一节 矿产及其在国民经济中的意义	7	第一节 概論	85
第二节 矿床学的任务及其与其他科学的关系	8	第二节 矿床类型	86
第三节 矿床学的研究方法	9	第三节 我国锰矿床的形成条件及其分布特点	91
第四节 矿床学发展簡史	10	第 三 章 铬	92
第五节 我国矿床学的发展和成就	11	第一节 概論	92
第一部分 矿床成因論		第二节 矿床类型	92
第一章 成矿作用	13	第三节 我国铬矿床的分布特点	94
第一节 地球(地壳)的构造和地壳的平均成分	13	第 四 章 镍和鈷	94
第二节 造岩元素和造矿元素以及它們的区别	16	第一节 概論	94
第三节 化学元素的聚集作用及矿床的形成	18	第二节 矿床类型	95
第四节 有关矿床的一些基本概念	20	第三节 我国镍鈷矿床的分布特点	99
第五节 矿床的成因分类	24	第 五 章 鈷	99
第二章 内生矿床	25	第一节 概論	99
第一节 岩浆矿床	26	第二节 矿床类型	99
第二节 偉晶岩矿床	29	第三节 我国鈷矿床的分布特点	104
第三节 岩浆期后矿床	35	第 六 章 鉬	104
第三章 外生矿床	49	第一节 概論	104
第一节 风化矿床	49	第二节 主要矿床类型	105
第二节 硫化物矿床的氧化及次生富集作用	54	第三节 我国鉬矿床的分布特点	107
第三节 沉积矿床	58	第 七 章 銅	108
第四章 变质矿床	70	第一节 概論	108
第一节 变质矿床的概念	70	第二节 矿床类型	109
第二节 受变质矿床	71	第三节 我国銅矿床的分布規律对于我国銅矿床的类型	117
第三节 变成矿床	72	第 八 章 鉛、鋅、銀	117
第二部分 金属及非金属矿床工业类型		第一节 概論	117
第一章 鉄	74	第二节 矿床类型	118
第一节 概論	74	第三节 我国鉛鋅矿的分布規律	126
第二节 矿床类型	75	第 九 章 錫	127
		第一节 概論	127
		第二节 矿床类型	127
		第三节 我国錫矿床的分布特点	132

第十章 汞和鎢	133	第一节 概論	170
第一节 概論	133	第二节 矿床类型及分布特点	170
第二节 矿床类型	133	第二十一章 重晶石	172
第三节 我国汞矿床与鎢矿床的分布概况	137	第一节 概論	172
第十一章 鋁	137	第二节 矿床类型及分布概况	173
第一节 概論	137	第二十二章 石棉	174
第二节 主要矿床类型	138	第一节 概論	174
第三节 中国鋁土矿的特征和分布規律	140	第二节 矿床类型	176
第十二章 砷	141	第三节 石棉矿床的分布規律	179
第一节 概論	141	第二十三章 滑石和菱鎂矿	180
第二节 矿床类型	142	第一节 概論	180
第十三章 鈾	143	第二节 矿床类型	181
第一节 概論	143	第三节 矿床分布特点及找矿方向	182
第二节 矿床类型	145	第二十四章 硼	184
第十四章 鈦	148	第一节 概論	184
第一节 概論	148	第二节 矿床类型	185
第二节 矿床类型	149	第三节 矿床分布規律	188
第十五章 稀有、稀土及分散元素	150	第二十五章 硫	188
第一节 概論	150	第一节 概論	188
第二节 稀有元素	150	第二节 矿床类型	189
第三节 稀有元素矿床类型	152	第二十六章 磷灰石和磷灰岩	194
第四节 稀土元素	153	第一节 概論	194
第五节 稀土元素矿床类型	154	第二节 矿床类型	194
第六节 分散元素	154	第三节 矿床分布規律及找矿方向	199
第十六章 金剛石	157	第二十七章 盐类矿床	207
第一节 概論	157	第一节 概論	207
第二节 矿床类型	158	第二节 矿床类型	202
第三节 矿床分布特点	160	第三节 盐类矿床分布規律	207
第十七章 云母	161	第二十八章 高岭土和耐火粘土	208
第一节 概論	161	第一节 概述	208
第二节 矿床类型	162	第二节 矿床类型	209
第三节 矿床分布規律	164	第二十九章 石墨	213
第十八章 长石	165	第一节 概論	213
第一节 概論	165	第二节 矿床类型及分布概况	213
第二节 矿床类型	165	第三十章 工业用石料和建筑	
第三节 矿床的分布特点	167	石料	216
第十九章 水晶	167	第一节 概論	216
第一节 概論	167	第二节 黑色冶金輔助原料	2
第二节 矿床类型	167	第三节 玻璃和耐酸原料	218
第三节 矿床分布特点	169	第四节 胶凝原料	218
第二十章 螢石	170	第五节 燒結原料(鑄石原料)	219

第六节	隔热、隔音原料	219
第七节	天然建筑石材	220

第三部分 可燃矿产

概 述	222
第 一 章 煤	222
第一节 煤岩学概述	222
第二节 煤的化学成分、工艺性质及用途	226
第三节 煤的形成	229
第四节 煤的风化与自燃	233
第五节 煤系	234
第六节 煤层	235
第七节 煤田	237

第 二 章 油頁岩

第一节 油頁岩的一般概念	239
第二节 油頁岩的性质及用途	240
第三节 油頁岩的形成	240
第四节 中国油頁岩矿床的成因类型	241

第 三 章 石油及天然气

第一节 石油及天然气的物理和化学性质	242
第二节 油气地表显示	242
第三节 石油的形成	243
第四节 油气的聚集及油气藏的形成与破坏	244
第五节 油藏类型	246
第六节 中国含油气盆地概况	248

緒 論

第一节 矿产及其在国民经济中的意义

矿产是一个經濟地理上的名詞，它是指符合于工业要求能被直接利用或者从中获取金屬或矿物，而用之于国民經济者。

从馬克思列宁主义的观点来看，矿产是最重要的生产資料和劳动的对象之一，是社会物质生活必需的和經常的条件之一。

矿产的开采和利用是衡量一个国家的物质文化、經濟发展的尺度。

矿产的概念是随着經济技术条件的发展而改变着的，过去由于技术和工艺上的困难而不能利用的矿物或者岩石，随着工艺技术条件的改进和提高，越来越多的被利用着。因此，它們也就成为矿产了。

按照矿产的性质和工业用途可以分为三类：金屬矿产，非金属矿产和可燃性有机矿产。

对于金屬矿产，我們利用的是由矿石中提炼出来的金屬元素，而其不同类型的化合物并没有重要用途。例如对銅矿石來說，我們利用的是从中提炼出来的金屬銅，至于銅的化合物本身，例如黃銅矿、斑銅矿、孔雀石等，往往用途是不大的。

金屬矿产根据其工业用途可分为下列各类：

1. 黑色金屬及其輔助金屬：Fe、Ti、Mn、Cr、Ni、Co、W、Mo、V。
2. 有色金屬：Cu、Pb、Zn、Sn、Hg、Sb、Bi、Al、Mg。
3. 貴重金屬：Pt、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Au、Ag。
4. 放射性元素：U和Th。
5. 稀有及分散元素：Ta、Nb、Zr、Be、Li、Cs、Rb、Ce族或La族元素及Ge、Ga、Ti、In、Re、Cd、Hf、Sc、Se、Te等。

非金属矿产主要是利用矿物的集合体（如作为建筑石材的花崗岩、大理岩等）或单体矿物（如用作压电石英用的水晶；电气工业用的云母等）以及少数的非金属元素（如磷灰石中的磷、黄铁矿中的硫等）。可見，絕大部分非金属矿产的有用性质不在于元素本身，而在于它們的結晶集合体——矿物。

根据工业用途，非金属矿产又可以分为下列各类：

1. 矿物原料类：金剛石、云母、高鋁矿物、重晶石、石棉、滑石、叶腊石、螢石、漂白土、膨潤土等。
2. 耐火及陶瓷原料类：菱鎂矿、白云岩、耐火粘土、石英岩、长石等。
3. 基本化学工业及肥料原料类：硫、盐类、磷等。
4. 建筑材料类：砂、礫石、火成岩石料、石灰岩等。

上述分类自然不是絕对的，有不少非金属矿产具有不止一种用途，它們就必然可以同

时归到两个或者更多的类别中去。

可燃性矿产，主要由碳元素组成，因此又叫做碳质矿产。按化学成分来说，可燃性矿产应为非金属矿产，但其形成条件和用途都与非金属矿产迥然不同，所以单列为一类来研究。属于可燃性矿产的有：煤、油页岩、石油、瀝青类物质和天然气等。

人类利用矿产是很早的，原始人就开始应用硬质岩石作为防御野兽以及挖取野食的工具。随着社会物质文化的发展，对于矿产的利用亦就越来越多，人类不但懂得利用非金属的矿物原料，而且逐渐地掌握了金属的用途以及从金属矿物中提炼金属的方法。到目前为止，由于生产技术的不断发展，人类已经利用了Д.И.門捷列夫周期表内的八十四种元素。此外，近代科学还利用了700种以上的同位素。有用矿物（矿产）被人类应用的情况是极其宏伟的。

矿产是重要的生产资料之一，矿产的开发和利用，在工业化的国家中居于其他工业部门的先锋地位。矿产和其他的生产资料一样，在社会主义国家中是用于增长社会财富，提高人民的物质文化生活水平，并巩固社会主义国家的力量。

我国是一个地大物博、矿产丰富的国家。但是，在解放前，由于长期的封建主义、帝国主义和官僚资本主义的统治和压迫，工业不发达，生产力得不到发展，发现和利用的矿产为数不多，而且有的还被帝国主义所掠夺，有的未被充分利用。解放后我国大力发展社会主义的国民经济，特别是首先发展重工业，因此对矿产资源的寻找和开发便成为非常重要的了。通过第一个五年计划的地质工作和五八年以来的大跃进，使我国对矿产资源的勘探和利用取得了巨大的成绩。

根据1959年2月份“地质月刊”杂志统计：

铁58年一年内探明储量相当第一个五年计划的69%；

煤58年一年内探明储量相当第一个五年计划的70%；

铜相当52%，铝146%，磷148%；其他稀有金属及贵重金属储量一般均增加3—4倍。

由此可见，我国的矿产资源的普查勘探工作，在解放后，特别是近年来已经起了根本的变化。摆在我国面前的任务是在短时间内，在经济上赶上并超过最发达的资本主义国家，所以地质工作者必须按照“三按”、“三保”的要求，在最短的时期内探明更多的矿产资源，以满足我国经济建设中日益增长的需要。

第二节 矿床学的任务及其与其他科学的关系

矿床学是把矿床作为地质现象来研究的一门科学。它的总任务是研究各种类型矿床形成的地质条件，研究地壳内各种矿床的分布规律并对寻找新矿床进行预测。具体的说，矿床学就是要研究：矿体的形状和产状；矿石的物质成分，矿物的共生组合以及矿石的结构构造特点；矿床与围岩的相互关系；最后根据上述特点阐明矿床形成的地质条件、找矿控制因素和分布规律。

矿床学是在实际需要的基础上，特别是在普查勘探事业需要的基础上产生和发展起来的。通过在普查勘探工作中所积累的生产经验以及对每一类矿床进行详细研究时，必然会产生关于矿床的赋存情况以及形成规律的概念。同时，由实际生产中所发现的这些规律又

常被人們用来指导普查、勘探和开采工作。

矿床学現在已經成为地质科学的重要部門之一，它是建立在其他地质科学的基础上的，它与普通地质学、大地构造学、矿物学、岩石学、地球化学、地史学、古地理学以及地球物理学等紧密联系着的。尤其是与矿物学、岩石学和地球化学最为密切。

我們利用矿物学来研究矿床的組成、矿物的共生組合、矿物的生成順序以及彼此間的关系，最后分析矿床形成的方式和条件。

岩石学是用来研究矿床和圍岩的关系，它們的化学性质，組成矿物以及通过岩相分析来研究沉积矿床的沉积环境等。

地球化学主要是研究矿床形成时元素在地壳內的分布和迁移富集規律，研究矿床形成的規律性，利用元素地球化学性质指导寻找稀有分散元素是具有重大意义的。

在其他非地质科学中，对矿床学有重大意义的有：物理学、化学、物理化学和胶体化学，以及地理学和天文学等。

矿床学的資料对普查勘探、地球物理探矿、探矿工程、采矿学、选矿学、冶金学、水文及工程地质学等亦是极为重要的。

因此，矿床学不仅是一門独立的学科，它还利用其他科学的成就，同时矿床学的发展对这些科学也起着作用，給予它們以共同的理論发展前景，确定它們进一步研究的方向。

第三节 矿床学的研究方法

矿床是在过去地质作用下形成的，現在我們一般不能直接观察到成矿作用，而只能根据成矿作用所表現出来的地质現象来加以研究和分析。因此研究矿床学的最根本的指导思想是辯証唯物主义。應該根据事实，結合普查勘探的成果，将矿床的形成过程恢复起来，从中找出其規律性，总结提高成为理論，并在普查勘探实践中不断加以驗證和提高。这是实践——理論——实践的过程，亦是每一門科学发展的必然規律。

矿床学具体的研究方法可分为野外的和实验室的二方面：

1. 野外研究 在野外通过各种比例尺的地质测量对矿体露头和地下坑道的編录以及使用各种物探、化探方法所收集到的各种地质图件、資料和标本，帶回室內加以綜合整理、分析和研究。

对一个矿床的研究，在野外条件下應該收集到下列資料。

矿区地质特点——地层、岩浆岩、构造、水文地质特点、矿产分布……等；

矿床本身特点——矿体出露的部位、矿体上下盘圍岩的性质、矿体的形状、产状、矿石的物质成分、共生組合、矿石的結構和构造等。

2. 室內研究 通过野外工作收集到的資料，进行以下的研究：

(1) 矿石和圍岩物理性质的研究——測定比重、体重、孔隙度、粒度分析等；

(2) 矿石和圍岩显微鏡下的研究——按矿物的透明程度不同，可分为用偏光显微鏡和反光显微鏡两种研究方法。前者一般研究非金屬矿物，而后者一般用以研究金屬矿物。上述两种显微鏡研究方法，其目的用以正确的鑑定矿物成分，确定矿石的結構构造，分析成矿阶段及成矿过程。

(3) 矿石和圍岩的物质成分研究——除一般化学分析外（全化学分析、部分化学分

析、微量化学分析), 对于所含微量的稀有分散元素也利用专门的分析方法加以测定, 例如光谱分析, X光分析, 色谱分析等等。

(4) 最后根据野外和室内研究的成果, 加以综合分析研究或矿规律性, 总结成文字报告和图表, 用以指导以后的普查工作, 并在生产中加以检验。

第四节 矿床学发展简史

关于矿产方面知识的萌芽, 显然是在人类对周围自然界还没有科学概念的先史时代就已发生了。原始人在争取生存的斗争中, 就已经知道了个别矿物和岩石的有用性质。

根据对古老坑道(矿坑)的研究, 证明了古代矿工们从实践工作中已经掌握了矿体的分布规律和产状, 以及获得了根据地表特征来寻找矿床的标志。

随着对矿产的需要的增长, 以及采矿技术的发展, 人类对矿床的了解亦不断深入。因此便逐渐发展成为一门专门性的学科。矿床学的最初萌芽在欧洲出现于十六世纪中叶。当时侨居于捷克矿石山的德国人、医生兼地质学家格奥尔基·阿格里科拉, 在十六世纪上半世纪首先提出了关于成矿的概念。他认为矿脉的形成是由于大气水受地热的影响, 溶解了矿物质, 然后在浸蚀孔道中沉淀而成。他还尝试按矿床的形状对矿床加以分类, 他分为矿脉、细脉、矿株和矿层四种。

到十七世纪中叶(1644年), 迪卡尔提出了相反的观点, 他把地球当作一个冷却的星体, 内部还是热的, 含矿物物质即由地壳深处呈溶液或喷气作用贯入到已经冷凝的地壳的裂隙中而成矿。

这二种有关矿床成因的极端观点, 在十八世纪的学术思想争论中逐渐地形成了以A. 魏尔纳为代表的“水成论”者和以D. 赫顿为首的“火成论”者的关于岩脉和金属矿床形成问题的激烈论战。

A. 魏尔纳在其著作“脉体成因新论”(1491年)中指出, 不仅所有岩石, 就是矿脉都是由于地表原始海洋沉积而成, 在这种大洋水中溶解有地壳所需的全部物质。D. 赫顿在其“地球原理”一书中表述了相反的另一极端的观点, 完全否定水在脉状矿床形成中的作用。他认为脉状矿床正如火成岩一样, 只能是由地下深处熔融体上升贯入裂隙中形成的。

这个长期的科学上的争论, 在矿床学的发展历史中, 起了积极的推动作用。

在十八世纪中叶(1756年), 伟大的俄罗斯学者M. B. 罗蒙诺索夫首次发表了全面的、近乎现代的矿床形成理论。他在“论由地震而产生的金属”的著作中, 第一次指出了矿床形成条件的多样性和围岩在成矿过程中的重要作用。他将矿床分成了由地壳内热所形成的(即现在的内生矿床和变质矿床), 和由地表水所形成的(即现在的外生矿床)二大类。

M. B. 罗蒙诺索夫关于矿床形成多样性的观点在十九世纪后期得到俄罗斯伟大科学家A. П. 卡尔宾斯基(1883年)所拥护和继承。二十世纪以来, 这一观点在苏联学者B. A. 奥布鲁契夫、B. И. 维尔纳茨基、A. E. 费尔斯曼、C. C. 斯米尔诺夫等研究工作中得到证实, 并大大地向前发展了。

应该指出, 矿床学的发展在不同的社会制度下是不平衡的。

欧洲和美国等资本主义国家，在19—20世纪初叶至已经开始过渡到帝国主义阶段，因此随着采矿工业的发展，矿床学亦有一定的发展和成就。出现过象林格崙、艾孟斯和H.史奈德洪等杰出的矿床学家，他们在当时的历史条件下，对矿床学的发展作出了很大的贡献。但是他们的观点和研究方法以及最后得出的理论在很多地方表现出唯心的观点和结论。这些后来受到了苏联学者们的严厉批判。由于资本家对矿产以及矿山企业的垄断，资料不得公开，科学家们的研究工作受到种种限制，因此在研究工作中缺乏全面的实际资料。同时在思想方法上亦多受形而上学的影响，因此在资本主义社会中矿床学是停滞不前的。

矿床学的真正发展是在世界上第一个社会主义国家出现后才开始的。苏联在建设社会主义的几个五年计划中，由于苏联地质学家的辛勤劳动，对矿产资源的勘探取得了很大的成绩，积累了大量的地质资料，大大地丰富和提高了矿床学的内容，并以马列主义的观点和辩证的方法对矿床学的研究，推动了矿床学的发展，使它成为世界先进理论的一门实践科学。

第五节 我国矿床学的发展和成就

我国在很早以前就开始开采和利用矿产。传说黄帝即在寿山采铜制鼎。商周已普遍使用铜器。在殷墟发掘出来的铜器很多，大的有重达1400斤的“司母戊鼎”，小的有勺、爵等器具，由此可见当时的铜器已很盛行，制作技巧方面也达到了很高的水平。当然对于矿石及矿床也必定有充分的知识。传说公元前2000年开始用铁。春秋战国时已开采山东金岭镇的铁矿。由于通过生产实践的总结，对矿床的知识很早亦已经有所记载。如在管子的“地数论”中，记载“上有丹朱者下有黄金，上有慈石者下有铜金……上有赭石者下有铁……上有铅者下有银……”。由上述可见，当时不但深刻了解内生矿床中矿物的共生组合，分带性，而且对氧化作用及氧化带的生成亦有重要认识。

明代李时珍的“本草纲目”，历岁三十稔，书考八百余家，实是一件巨大的工作，他综合前人记载，汇集考证，辨识是非详细。在“本草纲目”的金石部记载了一百六十种矿物，并说明各矿物的产地和产状，甚至其性质和用途。明末时有宋应星的“天工开物”，内有“燔石”、“五金”等章，对金属与非金属的产状，更有精确的记载。

我国食盐的发现及其独创一格的开采亦是极为辉煌的，据考证四川盐井的开采历史，可追溯到战国时代(公元前403—公元前221年)。东汉时代就已经知道石油，当时叫做“古漆”，说它是“燃之极明不可食”，并作为战场上的照明燃料。

根据“列子”记载，早在2500年前(公元前五世纪)，我国已经有用石棉制成的布，因为经火不燃，故称为“火浣布”，而欧洲法国直到公元八世纪才出现。

由上所述，充分证明了我国矿床学的发展很早和我国劳动人民的优越智慧和创造能力。

但是，由于长期的残酷的封建剥削和压迫，劳动人民处于低卑的地位，许多宝贵的发明和发现没有能全部记录和保存下来。很早以前已经萌芽的地质知识，虽然也不断有所提高，但是绝大部分只是在劳动人民中间世代相传，而缺乏系统的整理。

在解放前的将近半个世纪中，由于反动统治根本不发展工农业生产，因此地质工作发

展很慢。帝国主义势力的侵入和御用学者李希霍芬、維里士、丁格兰和安特生等横行中国内地，散布悲观論調，說中国是贫于矿产的国家。本国学者由于受资产阶级学者“理論”的影响，以及反动政府的摧殘，在此时期对矿床的理論研究和实际工作是較少的。

解放后，由于党的正确领导和苏联及其他兄弟国家的无私援助，我国的矿床学科得到全面和飞跃的发展。对矿产资源的勘探和研究，取得了很大的成績，大大地推动了矿床学的发展，并对今后指导普查勘探，研究成矿規律方面打下了良好的基础。

我国矿床学的发展是与国民經济建設紧紧地联系在一起的。根据1958年第一屆矿产會議的資料，在第一个五年計劃以后，我国已經由过去对18种矿产的調查而一跃对七十一種矿产进行研究和勘探，其中六十四种取得了儲量。經過艰苦的努力，发现了許多世界上稀少或新的矿床类型，对矿床学的理論研究和提出发现新矿床的方向，作出了貢獻。許多矿产已居于世界首位或位于世界前列。

在理論方面，同时得到了巨大的发展，各种有关文章广泛地出現在全国性及地方性的理論刊物上，經過討論、研究、爭辯，已使我国矿床成因理論的发展达到了新的高度。1958年9月召开的第一屆全国矿产會議上，提出了对各种主要矿产进行了总结，对20余种矿产（鉄、錳、鉻、鎳、銅、鉛、鋅、鎢、錫、鉬、鋁土矿、金、鈾、稀有分散元素、煤、石油、磷、黄鉄矿、明矾石、硼、水晶、石棉、金剛石等）的类型进行了比較系統而全面的研究，初步建立了适合于中国具体情况的矿产分类。討論和闡明了所有矿产类型的生成条件和分布規律，指出了各矿种的不同地区和不同类型的找矿方向。1959年11月第一屆全国地层會議在北京召开。會議討論了石油、煤、鉄、銅、鋁、磷等重要沉积矿产的地层报告，为进一步闡明我国沉积矿产的成矿規律以及內生成矿的地层控制条件打下了良好的基础。同年12月在貴阳召开了全国鉛鋅矿床专业會議，对中国鉛鋅矿床类型及其找矿方向作出新的規定。

当前我国矿床学的重要任务是：圍繞工业基地的建設，进行国家急需的及尖端技术所需矿产的成矿預測和研究，重点进行评价，指出远景及找矿方向。

最后，可以預料，随着祖国社会主义建設的飞跃发展，矿床学的发展前途是光明灿烂的。不久的将来，我国在矿床学方面亦将攀登上世界先进水平的高峯。

第一部分 矿床成因論

第一章 成 矿 作 用

第一节 地球（地壳）的构造和地壳的平均成分

地球是一个具很小扁平率（1/298）的橢球体，内部呈球层状，如图1和2所示。一些科学家把地球最外面厚約100公里的一层，叫做地壳。但是目前人类所能与之接触的仅为16—20公里深的地方。所有生活資料和矿产資料目前均来自地壳。因此，地壳与人类的关系最为密切。但絕大部分矿产皆源于地壳深带的岩浆岩，因此我們必須了解現代最有根据的有关深带的构造、物质成分及其相互关系的概念。

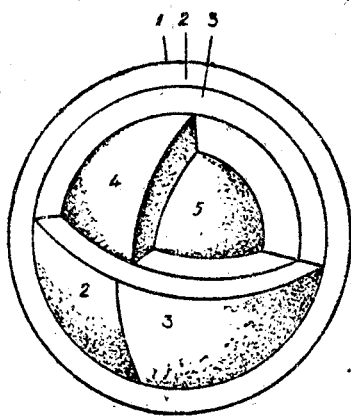


图 1 地球的构造

- 1—大气圈；2—地壳（花崗岩和玄武岩圈）；
3—橄欖岩圈；4—金屬矿圈；5—鉄质中心核。

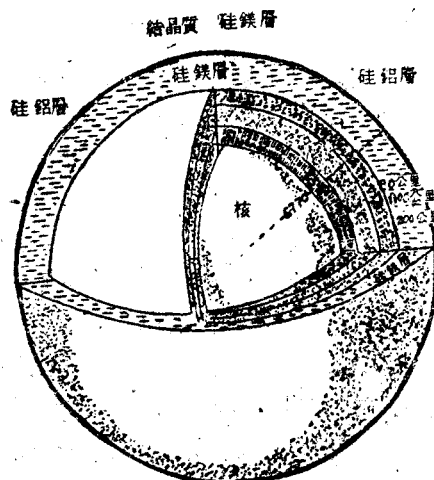


图 2 地球构造示意图

鉄鎂层为富含鉄鎂和鉄之岩石（玄武岩型）硅鋁层为富含硅和鋁之岩石（花崗岩型）鉄鎂层为下之，金屬矿圈和鉄核。

著名的挪威学者V.M.戈尔德施密特提出了地球构造的概念。他认为地球生成时可形成三个相：即鉄质相、硫化物相和硅酸盐相。

鉄质熔融液集中在地球的中心，組成中除大量的鉄外，所有的元素V.M.戈尔德施密特称之为亲鉄元素，如Ni, Co, Mo, 少量的S, P, C, 以及鉑和鉑族元素（Os, Ir, Ru, Rh），它們組成了中心鉄核。

硫化物氧化物带居于中层，主要由六方硫鉄矿（FeS）組成，部分为鎳鉄矿（FeNi）S和黃銅矿（CuFeS₂），也有一些金屬氧化物，这一带是亲硫元素集中的地方，各种有色金屬，如Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、Sb、Bi、As及貴金屬Au、Ag和似金屬S、Se、Te即属于这一

带。

硅酸盐带集中在地球上部,組成地壳,它的主要成分是亲石元素的硅酸化合物所組成,即O、Si、Al、Ca、Mg、Na、K、Li、Rb、Cs、Sr、Ba、Ti、Zr、V、Mn、W、Sn、Th、U、Be、B、F、Cl、Br及稀土元素。戈尔德施密特推测这个带的下部有一层很厚的榴輝岩层,此榴輝岩层系由石榴石、輝石組成,是硫化物氧化物带与硅酸盐带之間的过渡带。

戈尔德施密特所分的带与地震波所测定的彈性界綫是相符合的,因此地球的构造和物理性质如下表所示:

表 1

	深 度	平 均 密 度
硅酸盐带	120公里以內	2.8
榴輝盐带	120 —1200公里	3.6—4
硫化物 氧化物带	1200—2900公里	5.6
中心核	2900公里到中心部分	8—10

关于地壳,一般多认为是地球表部厚度大概在100公里左右的硬壳,这100公里又可分为二部分,上部以硅鋁为主,称为硅鋁层;厚約20公里,代表岩石是花崗岩,构成大陆的上层;下部以硅鎂为主,叫做硅鎂层,厚約80公里,它以玄武岩为代表,它是大陆和大西洋、印度洋、北冰洋的基础。在上述的地壳中由于地质作用的结果,形成了丰富的矿产堆积,因此成为人类研究的重要对象。

关于地壳平均化学成分的研究,远在1815年英国的矿物学家菲利普就嘗試測定过,但是由于計算不够全面,因此很快就被遺忘了。以后美国的化学家克拉克(F.W. Clarke)对这个問題进行了研究,他认为在深达16公里的固态地壳中,95%是火成岩,5%是沉积岩,而沉积岩又是从岩浆岩形成的。因此他认为要了解地壳的成分,只要充分的測定組成固态地壳的所有岩浆岩的平均成分就可以了。克拉克前后对各种岩石进行了約6000次左右最准确的化学分析,最后他和华盛顿发表了約50种分布最广的化学元素在地壳中含量的平均数。

A.E. 費尔斯曼曾經計算过岩浆岩(占地壳95%的平均成分,并且为了紀念Clak在发展地壳內元素分布學說中所起的特殊作用,将它称为“克拉克值”,简称“克拉克”。計算出的下列数字(百分比):

O	49.13,	Si	26.00,	Al	7.45,
Fe	4.20,	Ca	3.25,	Na	2.40,
K	2.35,	Mg	2.35,		

由此可見,門德列也夫元素周期表中的98种元素,其中8种元素即占地壳总成分的97.13%,其余90种元素只占2.87%(見附表2和3)。

从A.E. 費尔斯曼地壳化学元素克拉克值表中,我們可以看出:

1.組成地壳的化学元素在含量上是极不相同的,有些元素間的差額可达几十亿倍。

表 2

十进级	重量百分比	重 量 T	元 素
I	>10	>10 ¹³	O, Si
II	1—10	10 ¹² —10 ¹³	Al, Fe, Ca, Na, Mg, K, H
III	10 ⁻¹ —10 ⁰	10 ¹⁶ —10 ¹⁷	Ti, C, Cl, P, S, Mn
IV	10 ⁻² —10 ⁻¹	10 ¹⁵ —10 ¹⁶	F, Ba, N, Sr, Cr, Zr, V, Ni, Zn, (B), Cu
V	10 ⁻³ —10 ⁻²	10 ¹⁴ —10 ¹⁵	Rb, Li, Y, (Be), Ce, Co, Th, Nd, Pb, (Ga), Mo, Br
VI	10 ⁻⁴ —10 ⁻³	10 ¹³ —10 ¹⁴	U, Yb, D, Gd, Sm, Er, La, (Sn), Sc, W, (Cs), Cd, As, Pr, Hf, Ar, Lu, Hg, Tu, Ho, Tb, J, Ge
VII	10 ⁻⁵ —10 ⁻⁴	10 ¹² —10 ¹³	Se, Sb, Nb, Ta, Eu, In, Bi, Tl, Ag
VIII	10 ⁻⁶ —10 ⁻⁵	10 ¹¹ —10 ¹²	Pd, Pt, Ru, Os, Po, Au, Rh, Ir, Te, He
IX	10 ⁻⁷ —10 ⁻⁶	10 ¹⁰ —10 ¹¹	Ne, Re, Tc?
X	10 ⁻⁸ —10 ⁻⁷	10 ⁹ —10 ¹⁰	Kr
XI	10 ⁻⁹ —10 ⁻⁸	10 ⁸ —10 ⁹	Xe
XII	10 ⁻¹⁰ —10 ⁻⁹	10 ⁷ —10 ⁸	Ra
XIII	10 ⁻¹¹ —10 ⁻¹⁰	10 ⁶ —10 ⁷	Pa

表 3

十进级 (按分布)	克拉克级值 (%)	重 量 百 分 比 克 拉 克															
I	100—10	O	Si														
		49.13	26.00														
II	100—1	Al	Fe	Ca	Na	Mg	K	H									
		7.45	4.20	3.25	2.40	2.35	2.35	1.00									
III	10 ⁻¹	Ti	C	Cl	P	S	Mn										
		6	3	2	1	1	1										
IV	10 ⁻²	F	Ba	N	Sr	Cr	Zr	V	Ni	Zn	Cu(+B)						
		8	5	4	4	3	2	2	2	2	1						
V	10 ⁻³	Rb	(Sn)	(B)	Li	Y	Ce	Co	Tb	Nd	Pb	Mo	Br(Cs)				
		8	8	5	5	5	3	2	2	1.7	1.6	1	1	1			
VI	10 ⁻⁴	U	W	Yb	Dy	Gd	Sm	Fe	La	Sc	Cd						
		9	9	8	7.5	7.5	7	6.7	6.5	6	5						
		As	Pr	(Be)	Hf	Ar	Ge	Lu	(Ga)	Hg	Tu	Ho	Tb	J			
		5	4.5	4	4	4	4	1.7	1	1	1	1	1	1			
VII	10 ⁻⁵	Se	Sb	Nb	Ta	Fu	In	Bi	Tl	Ag							
		8	5	3.5	2.4	2	1	1	1	1							
VIII	10 ⁻⁶	Pd	Pt	Ru	Os	Au	Rh	Ir	Te	He							
		8	5	5	5	5	1	1	1	1							
IX	10 ⁻⁷	Ne	Re	Tc													
		5	1	1?													
X—XIII	10 ⁻⁸ —10 ⁻¹¹	Kr	Xe	Ra	Pa												
		2×10 ⁻⁸	3×10 ⁻⁹	3×10 ⁻¹⁰	7×10 ⁻¹¹												

2. 地壳中以原子量小及原子序数小的轻元素为主。

3. 地壳中以具有偶数原子序数和偶数原子量的化学元素占优势。

4. 下列八种元素——O、Si、Al、Fe、Ca、Na、Mg、K 占地壳重量百分比的97.13%，其余90种元素只占2.87%，这说明，地壳中绝大部分化学元素是处于分散状态的。

5. 有价值的金属元素，如有色金属、稀有金属、贵金属、稀土金属、放射性金属，大部分黑色金属，一些轻金属在地壳中都为分散的化学元素。

6. 地壳中最分散的化学元素为：氦、氡、镭和钋。

第二节 造岩元素和造矿元素以及它们的区别

由元素周期表所示, 元素的性质与它们在周期表中的位置有一定的函数关系。在周期表一定区段内, 相邻近的各元素具有相似的物理、化学和地球化学性质, 它们往往一起迁移活动。因此, 很多科学家即根据元素的这一性质, 对元素进行了分类, A.H. 查瓦里茨基把門德列也夫周期表划成了十个地球化学区:

1. 惰性气体 从He到Rn。
2. 成岩元素 Na、Mg、Al、Si、K、Ca等元素。
3. 岩浆射气元素 B、F、P、Cl、S等元素。
4. 铁族元素 Fe、Ti、V、Cr、Mn、Co、Ni等。
5. 稀有元素 Sc稀土元素, Nb、Ta等。
6. 放射性元素 Ra、Th、U等。
7. 金属元素 Cu、Zn、Sn、Hg、Ag、Au。
8. 似金属元素 As、Sb、Bi、Se等。
9. 铂族元素 Pt、Ru、Rh、Pd、Os、Ir。
10. 重卤族元素 Br、I。

V.M. 戈尔德施密特根据原子层结构和原子容积的大小将元素分为:

1. 亲气元素(阴性气体、氮) 最外层有 8 个电子的原子。
2. 亲石元素(Na、Mg、Al、Si、K、Ca等) 最外层有 8 个电子的离子。
3. 亲铜元素(Cu、Zn、Ag、Hg、Pb、Sb、As等), 最外层有 18 个电子的离子。
4. 亲铁元素(Fe、Co、Ni、铂族元素), 电子层未填满的离子。

除了以上所谈的元素地球化学分类法以外, 华盛顿用折线法将門德列夫周期表划分成二部分(如表 4)。一部分元素位于折线之上, 而另一部分位于折线之下。折线上部的元素华盛顿称为造岩元素, 它是地壳的基本物质, 构成岩体和非金属矿床。折线下部的元素称为造矿元素, 它们在地壳内的含量极其有限, 并且主要形成金属矿床。介于这二类之间的某些元素, 如Fe、Mn和部分S、Cr、Ni等, 在自然界中起着双重作用, 一方面它们作为造岩元素, 形成岩石的造岩矿物, 另一方面作为造矿元素——形成典型的重金属化合物。

下面我们比较详细的讨论一下造矿元素和造岩元素的性质。

(一) 造矿元素和造岩元素性质的重大差别, 首先表现在内生和外生地质作用中, 它们的迁移性能上。造矿元素在内生作用中善于极大量的富集, 而造岩元素却相反, 不善于聚集。例如, 铅和铋在地壳中的平均含量各为0.02%和0.0016%可是在内生矿床的矿石中, 它们的含量常为百分之几, 甚至到百分之几十。可见, 在内生矿床中所富集的铅要比它的平均含量0.0016%增加到1000余倍。相反, 造岩元素在内生作用中是不善于集中的, 例如铝元素, 它在内生作用中至多形成刚玉矿床, 其中铝的含量比平均含量7.45%总共只增高6倍。

相反, 在外生作用中, 造岩元素善于积聚并常形成巨大的矿床, 例如, 盐、石灰岩、铝土矿和石膏, 而造矿元素除铁、锰和钒以外在外生作用中主要趋向于分散, 虽然在金属矿床的风化带内在外生作用下造矿元素能发生某种程度的富集, 不过这是偶然的現象。