

本书是根据1959年全国采矿专业统一教学计划，以中南矿冶学院和北京钢铁学院所編的“矿床学及矿床勘探”讲义为基础，加以适当删改选編写成的。

全书共分四篇，在98个学时內讲完。

本书第一篇系統地介绍了矿床的成矿作用、成矿条件、各种矿床成因类型的特点以及矿床在空間上、時間上的分布規律。第二篇介绍了一些主要金属矿床的工业类型，中国金属矿床勘探的現状和矿床特点，并附有实例說明。第三篇介绍了一些主要非金属矿床类型及其分布規律。第四篇系統闡明了深部找矿、矿床勘探、取样、編录、儲量計算和矿山地质的基本理論和方法。本书沒有討論可燃性有机岩矿床的形成問題。

本书經冶金工业部教育司推荐作为高等工业学校矿区开采专业、有用矿物精选专业和探矿工程专业的教材。

本书第一篇由孙家富同志（中南矿冶学院）主編，第二篇和第三篇由孙家富、蔡荣华（中南矿冶学院）、吴炳肃（北京钢铁学院）三同志合編，第四篇由蔡荣华、李世則（西安冶金学院）、陈祖蔭（东北工学院）三同志合編，最后由北京钢铁学院刘正果、陈希廉二同志作統一整理。

## 矿床学及矿床勘探

中南矿冶学院 北京钢铁学院  
西安冶金学院 东北工学院 合編

\*

冶金工业部工业教育司編輯（北京猪市大街78号）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本 787×1092<sup>1/16</sup>·印张 13<sup>1/8</sup>·字数 310,000

1961年10月北京第一版，1962年5月北京第三次印刷

印数 3,388—6,487·定价（10-6）1.60元

\*

統一书号：K 15165·925（冶金-209）

高等学校教学用书

# 矿床学及矿床勘探

中南矿冶学院 北京钢铁学院  
西安冶金学院 东北工学院 合編

只限学校内部使用



中国工业出版社



## 目 录

緒論	4
<b>第一篇 矿床成因論</b>	
第一章 矿床成矿作用总述	6
第二章 内生成矿作用及内生矿床	15
第三章 外生成矿作用及外生矿床	45
第四章 变质作用及变质矿床	66
第五章 矿床富集的地质因素及成矿区成矿时代	67
<b>第二篇 金属矿床工业类型</b>	
第一章 金属矿床工业类型总論	74
第二章 黑色金属类(鉄、錳、鉻、鎳)	76
第三章 有色金属类(銅、鉛、鋅)	87
第四章 輕金属类(鋁)	95
第五章 特种金属类(鈾、錫、鉛、汞)	97
第六章 貴重金属类(金、鉑及鉑族)	107
第七章 稀有、分散、放射金属类	111
<b>第三篇 非金属矿床工业类型</b>	
第一章 非金属矿床工业类型总論	117
第二章 基本化学工业原料和肥料原料	118
第三章 冶金工业原料	125
第四章 矿物原料	130
<b>第四篇 矿床勘探</b>	
第一章 矿床勘探总論	138
第二章 找矿	141
第三章 勘探	145
第四章 取样	158
第五章 編录	168
第六章 儲量計算	177
第七章 矿山地质	191
参考文献	212

# 緒 論

## 一、研究矿床学及矿床勘探的目的

矿床学及矿床勘探，由矿床学及矿床普查勘探地质学两部分組成。

矿床，是指某种地质作用下，在地壳中形成的矿物集合体，其质和量均能供工农业应用，在目前經济技术条件下能够开采者。

矿床学研究的对象是矿床。它的基本任务在于：研究地壳中的各种矿床的物质成份、运动規律、形成条件、分布規律及其工业价值。

矿床普查勘探地质学研究的对象为普查、勘探与评价。它的基本任务在于研究矿床普查、勘探及评价工作的理論和方法，以便多快好省地完成勘探、评价矿床的任务。

研究矿床学及矿床勘探的目的，在于掌握矿床学及其勘探评价的客观規律，并运用这些規律来指导勘探、开采、生产实践，开发我国资源，发展我国冶金工业，为社会主义建設服务。

采矿和选矿工作的直接对象是矿体和矿石，因此通过本課程，了解矿体的产状特点，不同矿床赋存的地质条件，頂底板岩性，矿石物质組成特点，各种矿物集合体在不同条件下的物理性质，結構特征及其在空間、時間上的分布規律。勘探成果和勘探資料，在采选設計施工工作中的运用，对于选择和指导編制合理的采矿方案、选矿流程、指导开发勘探、确定有用矿物全面綜合利用等工作，尤其有直接的实际意义。

## 二、矿床学及矿床勘探的任务、内容及研究方法

矿床学的基本任务有三。第一，确定各种矿床的物质成份及其运动形式，查明矿床形成的地质作用及成矿条件，其目的在于查明它們的成因。第二，确定矿床在地壳內部的空間、時間分布規律，其目的在于预测各种矿产。第三，查明矿床形成的矿田构造；矿体的空間位置及其形态变化；矿床的物质成份、共生組合及其年代关系；矿床形成后的构造变动及其变质作用；矿石加工的工艺特性；其目的在于评价矿床的工业价值大小，及最大限度利用资源的可能性。

根据上述任务，矿床学研究的內容由两大部分組成，即矿床成因类型和矿床工业类型。矿床成因类型主要解决第一、第二兩項任务。而金属与非金属矿床工业类型主要解决第三項任务。

矿床学是通过地质工作实践和实验研究，收集各种矿床的客观資料，运用近代有关科学成果和原理，予以分析綜合，得出矿床成因、矿床分布規律和矿床工业价值的結論。

矿床学的具体研究方法有下列几种：

1. 地质調查法，运用地质調查及制图的方法，查明矿床形成的地质条件和規律，矿体形态、大小及其变化，矿床、矿体的构造特点，矿床的成矿作用。
2. 矿石物理性质的研究方法，在于查明矿石的比重、体重、硬度、密度、粒度、

机械强度、导热性能、导电性能、磁性及放射性等。

3. 化学成份的鑑定方法，在于查明矿石的組成及其质量，运用光谱分析、射綫分析、化学分析、发光分析、放射性分析、差热分析、质谱分析等方法进行。

4. 岩矿成份的鑑定方法，在于查明矿石、蚀变围岩的矿物成份、结构、构造特点、矿物形成的相互年代，以便阐明其成矿条件、成矿作用和工艺特性。运用偏光、反光显微鏡进行研究。

5. 矿石工艺性能的研究方法。运用选矿、冶金等科学的方法来确定矿石工艺特性，以便綜合利用矿产资源。其方法有重力法、电磁法、气选法、浮选法、放射性选矿法、沸腾焙烧法和离子交换法等。

6. 实验室进行高温、高压物理化学条件的实验室研究。

每种方法均具有本身的特点，在运用时应互相补充，相互配合。

矿床勘探的任务有三：第一，研究并确定普查矿产的理論、原則和方法。第二，研究并确定勘探矿床的理論、原則和方法。第三，研究并确定矿床远景评价和矿床工业评价的理論和方法。

根据上述任务，矿床勘探研究的主要内容是：矿产普查、勘探及评价工作的方针政策；矿床普查的地质准则、标志及找矿方法；矿床勘探的原則，勘探网度、勘探手段及勘探程序；矿床远景评价和工业评价的原則和方法。此外尚有取样、編录、储量計算及矿山地质等内容。

根据上述内容，矿床勘探的主要研究方法有下列几种：

1. 地质研究法，运用地质調查、地质制图及編录的方法来找寻、勘探、评价矿床。

2. 利用取样方法来研究矿石的质量及其变化規律。

3. 数学統計法，运用或然率的理論，解决勘探网的密度、样品間距、样品质量、样品分析和储量計算的誤差等問題。

4. 經濟分析法，运用政治經濟学的理論来分析矿床普查、勘探、评价工作的政治經濟效果。

5. 对大批积累的普查勘探資料加以全面分析，也是这門科学最主要的方法。

# 第一篇 矿床成因論

## 第一章 矿床成矿作用总述

利用天然矿石为社会主义建設服务，就必须研究地壳和矿床的物质成分，元素迁移富集的条件和規律，元素的自然組合，以及元素和矿石賦存形态。这样，才能認識其規律，使用这些規律来指导勘探、开采、选矿实践。

### 一、地壳的物质

地壳，指地球坚硬外壳15~20公里的表层，根据矿井及最深钻孔的資料，地壳上部的构造是极不均一的。据克拉克計算，地壳物质成分的95%由岩浆岩組成，其次是5%的沉积岩。因此，可根据岩浆岩的平均成分的数据，就可了解地壳的物质成分。苏联学者A.E.費尔斯曼曾經計算过岩浆岩的平均成分，其数据如下（百分比）：

氧.....49.13	鈣.....3.25	氫.....1.00
硅.....26.00	鋁.....2.40	鈦.....0.61
鋁.....7.45	鉀.....2.35	碳.....0.35
鉄.....4.20	鎂.....2.35	氮.....0.20
		磷.....0.12

由此可見，自然界存在的103种元素，其中十三种元素的含量就占地壳99.41%，其余元素只占地壳成分总量的0.59%。在地壳中含量多；分布广的元素，大多数是造岩元素。而成矿元素在地壳中含量少；且分布不均匀，因此成矿元素要形成有工业价值的矿床，就必须具有特殊的成矿条件和成矿作用才能形成。

### 二、成岩元素和成矿元素

元素的性质，与它們在周期表中所处的位置有一定函数关系。在周期表內一定区段內，位置邻近的各元素具有相似的化学物理特性，故在地壳中地球化学性质也相似，据此，可将地球化学行为相似的元素归成一类，划分若干地球化学区。

华盛顿将周期表的元素用折綫划出两大类（如表1-1），在折綫上部者称为成岩元素，下部者称为成矿元素。仅少数元素（Fe, Mn和部分S, Cr, Ni等）在自然界起双重作用，即既能形成岩石和非金属矿床，又能形成金属矿床。

成岩元素的特点是：它們是地壳的基本物质，构成岩体和非金属矿产。在地壳內，内生作用条件不能大量聚集成为矿床，但在外生作用条件下，善于积聚并常形成巨大的矿床，如盐矿、石灰岩、鋁土矿和石膏等。成岩元素除C、S外，极少成自然元素状态出現，在自然界中常呈氧化物、硅酸盐、碳酸盐、硫酸盐和磷酸盐出現，矿物多半結晶成低級晶系，并具有牢固結合的晶格，因此具有透明、反射力弱、比重輕、和硬度大等物理性质。

成矿元素的特点是：它們主要形成金属矿床，在內生作用条件下，成矿元素可大量

表 1-1 华盛顿所划分的元素地球化学表

族 列	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1		1. H 1.0080							
2	2. He 4.003	3. Li 6.940	4. Be 9.02	5. B 10.82	6. C 12.010	7. N 14.008	8. O 16.000	9. F 19.00	
3	10. Ne 20.183	11. Na 22.997	12. Mg 24.32	13. Al 26.97	14. Si 28.05	15. P 30.99	16. S 32.6	17. Cl 35.457	
4	18. Ar 39.944	19. K 39.096	20. Ca 40.08	21. Sc 45.10	22. Ti 47.90	23. V 50.85	24. Cr 52.01	25. Mn 54.93	26. Fe 27. Co 28. Ni 55.85. 58.94 58.89
5		29. Cu 63.57	30. Zn 65.38	31. Ga 69.72	32. Ge 72.60	33. As 74.91	34. Se 78.95	35. Br 79.916	
6	36. Kr 83.80	37. Rb 85.48	38. Sr 87.63	39. Y 88.92	40. Zr 91.22	41. Nb 92.91	42. Mo 95.95	43. (Tc)	44. Ru 45. Rh 46. Pd 101.7 102.91 106.7
7		47. Ag 107.88	48. Cd 112.14	49. In 114.76	50. Sn 118.70	51. Sb 121.76	52. Te 127.61	53. I 126.92	
8	54. Xe 131.3	55. Cs 132.91	56. Ba 137.36	57. La 138.92	72. Hf 178.6	73. Ta 180.88	74. W 183.93	75. Re 186.31	76. Os 77. Ir 78. Pt 190.2 193.1 195.23
9		79. Au 197.2	80. Hg 200.61	81. Tl 204.39	82. Pb 207.21	83. Bi 209.00	84. Po 210	85. (At)	
10	86. Rn 222	87. (Fr)	88. Ra 226.05	89. Ac 227	90. Th 232.12	91. Pa 231	92. U 238.07		

58-71TR 稀土元素 (镧系)

镧系 90Th, 91Pa, 92U, 93Np, 94Pu, 94Am, 96Cm, 97Bk, 98Cf



聚集，形成有工业价值的矿床。但外生作用条件下，多数元素趋向分散（仅Fe、Mn、V、U例外），成矿元素在自然界可呈自然金属出现（Au、Ag、Pb、Cu、Bi、Hg、Pt等，或组成S、As、Sb的化合物出现，极少成氧化物。矿物多半结晶成高级晶系，并具有晶格结合较弱、不透明、反射力强、比重大和硬度小的特点。

成矿元素与成岩元素性质的差别，其根本原因与它们的原子结构有关。成岩元素构成具有8个电子的外层的离子，其结构外型似惰性气体型，故稳定且分布广。成矿元素构成有18个电子的外层的离子，具有原子量高的特点，故其相对稳定性差，分布少。

应该指出：成矿元素和成岩元素的划分是相对的，随着科学技术的进步、生产的发展，有许多由成岩元素组成的岩石被利用为建设服务，如长石、石英、刚玉、硅线石…等矿产。…

### 三、地壳中化学元素的自然共生组合

所有组成矿床的元素和矿物都能形成典型的自然共生组合，它的形成与元素（或化合物）的地球化学性质有关，也与一定地质条件和物理化学条件有关。自然界的典型组合有下列例子：

#### 1. 超基性岩（纯橄岩、橄岩）：

- (1) Cr、Fe、Mg（铬铁矿、蛇纹石）；
- (2) Cr、Fe、Pt和铂族金属；
- (3) 石棉、滑石、菱镁矿（Mg、Si、等）。

#### 2. 基性岩（辉长岩、苏长岩、辉绿岩）：

- (1) Fe、Ti、V（辉长岩中的磁铁矿和钛铁矿）；
- (2) Fe、Cu、Ni、Co、Pt、Pd（苏长岩和橄辉绿岩中的磁黄铁矿、黄铜矿、镍黄铁矿和磁铁矿）。

#### 3. 硷性岩（正长岩，霞石正长岩）：

P、Fe、F、有时Zr、Ti、Nb、Ta、TR（磷灰石，磁铁矿和含稀土元素的矿物）。

#### 4. 酸性岩（花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩）：

- (1) 花岗伟晶岩中的W、Mo、Sn、Li、F、B、有时也有Be、Bi、Nb、Ta等。
- (2) 接触交代形成物中的Fe、W、Mo、Cu和Sn。

#### 5. 成因上与酸性岩有关的热液脉状矿床：

- (1) Au、Fe、S、As（金—砷矿床）；
- (2) Zn、Pb、Ag，有时有Cu、Au、Cd、In和Ge（多金属矿床）；
- (3) Ag、Co、Ni、Bi、U，有时有Cu、Fe和As（五元素的建造的钼矿床）；
- (4) Au、Ag、Te、Se（碲化金和碲化银矿床）；
- (5) Hg、Sb、S、F，有时有As（含萤石的镉—汞矿床）。

#### 6. 风化壳的残余矿床。

- (1) Fe、Mn，有时有Ni、Co、Mg和Cr（红土“复合”铁矿和镍矿）；
- (2) Al、Fe（红土、铝土矿）。

#### 7. 海成沉积矿床。

- (1) Fe、Mn;
- (2) Al、Fe (鋁土矿);
- (3) P、F (磷鈣土),
- (4) V、U、Cu。

#### 8. 泻湖沉积矿床。

(1) Na、Ca、Mg、K、Cl、S、H等 (食盐、鉀盐、鎂盐、石膏、自然硫和地氈青矿床);

(2) B、Na、Ca、Mg (硼酸盐)。

造成元素和矿物的自然共生組合的原因是复杂的, 但其基本的內在原因是:

1. 由于固态、液态和气态化合物的溶解度相似而产生元素組合 (如泻湖相形成的盐矿); 2. 与元素及其化合物的比重有关 (如超基性岩中由于結晶重力分異作用所造成Cr、Fe、Pt和鉍族元素的共生組合); 3. 与矿物內在晶格能有关, 当矿物晶格能数值的大小相近似时, 則各矿物形成的时间和空間亦很相近, 如輝銻矿, 重晶石, 辰砂, 其共生序数 (依晶格能計算) 均为0.7, 因此可以共生在一起; 4. 与化合物的蒸汽弹性有关, 在高温条件下, 錫錒等成氯化物在气态或流体溶液中轉移, 在适宜地质条件形成錫錒共生組合; 5. 元素之間原子半径或离子半径相似, 元素間化学亲和力相同, 高分散胶体系統对元素的吸附作用, 以及元素在地球化学系統中的相对浓度等, 也是形成元素組合的重要原因。

自然界元素和矿物的天然共生組合的客观存在規律, 是我們进行綜合勘探、綜合开采和綜合利用的物质基础, 因此必須認識和掌握这一規律。

## 四、矿 石

矿石, 指在現在經濟技术条件下, 在质和量方面均能滿足工农业生产要求的矿物集合体。矿石的物质成分是不均一的, 除含有經濟价值的有用矿物外, 通常还存在着一些目前尚不能利用的脉石矿物和岩石碎块。

矿石, 根据其有用矿物和脉石矿物的比例, 可划分为两类: 块状矿石和浸染状矿石。含有用矿物占80%以上者称块状矿石, 鉄、鎳、銅、鉛、鋅、錳等以块状矿石为特征。含有用矿物在80%以下者称浸染状矿石, 金、鉑、鉬、錳、錫、鎳、鈷、銻云母等主要成浸染状矿石。

矿石, 依其利用有用組分的多寡分为两种: 简单矿石和綜合矿石。凡只能利用一种元素或矿物者称为简单矿石, 凡能利用多种元素和矿物者称为綜合矿石。自然界矿石多系綜合矿石, 如多金属矿石, 銅、金、銀矿石……等。

矿石, 依其可利用的有用組分的含量高低分为两种: 富矿石和貧矿石。富矿石系指有用組分的含量特別高的矿石, 如鉄矿石中含鉄达45%以上者則称为富矿。

矿石特点不同, 技术加工和选矿冶金方法亦有差別。例如鉄矿, 其矿石为致密块状, 富矿石时, 則可不經选矿就直接冶炼。相反, 如矿石为浸染状貧矿石时, 則必須选矿, 将有用矿物和脉石矿石分离, 以提高有用組分的含量, 才能冶炼。

复杂綜合性的矿石, 其有用組成存在的形式是多样的, 第一种形式是有用組成成化合物的独立矿物形式存在, 如多金属矿石中PbS和ZnS。第二种形式是有用組成成类质

同像混合物存在，如分散在多金属矿石中的镉、铈、镓、铟、锗等分散元素，稀有元素中钆族和铈族元素也是类质同像的典型代表。铂金矿石，金银矿石，也是成类质同像混合物存在的。第三种形式是有用组分成自然元素矿物存在，如自然金、自然银、自然铋、自然汞、自然硫、金刚石、石墨、自然铂等。第四种方式有用元素成吸附状态存在，如煤和炭质页岩中的铀、氢氧化锰凝胶吸附Cu、Co、Ba、Zn、Pb等离子，SiO<sub>2</sub>凝胶吸附Cu、Pb等离子成含铜蛋白石。第五种方式是有用元素成包体分布在矿物中。由于有用组分存在的形式是多样的，因此对复杂的综合性矿石的选矿方法和冶金技术均有其不同的特点。有用组分作为独立矿物形式存在的矿石，可依矿物特性（磁性、放射性、比重大小和浮游性），主要采用不同的机械选矿的方法来提高有用组分的含量。作为类质同像和吸附状态存在的矿石，除用机械选矿方法进行选矿外，还得用化学的方法来处理，且其流程要复杂得多。对于自然金属矿石经选别后，即可利用，不需要冶炼过程，仅个别金属需要提纯时，才用冶金方法处理。

## 五、矿石的结构和构造

矿石的构造，是指矿石矿物各种集合体之间的形状、大小、空间分布形态的特征。而矿石结构是指矿石矿物各种矿物之间的形状大小、空间分布形态的特征。矿石构造取决于矿石形成时的地质条件，矿石的结构则取决于矿石形成时的物理化学条件（温度、压力和浓度）。

研究矿石的结构和构造，不仅对阐明矿床成因有重要意义，而且对生产实践有重大意义。伟晶岩中巨大粗粒结晶的绿柱石矿石可用手选方法，而含钨花岗岩中的浸染状绿柱石矿石则必须用机械选矿的方法，才能回收。浸染状的矿石往往矿石与岩石的界线不清楚，就得用取样的方法来确定，而开采浸染状矿石时，较容易造成矿石损失和贫化。

矿石的构造是多种多样的，其常见类型如下：

1. 块状（或致密状）构造——矿石是颗粒状结合的集合体，其中脉石矿物含量很少，有着均匀致密的结构，例如赤铁矿、磁铁矿、石墨等。

2. 浸染构造——矿石中有用矿物的颗粒均匀散布在脉石矿物内，如斑岩中的铜、钼矿石，此种构造很典型。

3. 带状构造——矿物集合体呈带状分布，这种构造有种种成因，例如：（1）由于在岩浆凝结过程中金属矿物分结而成，条带间具有逐渐过渡现象，如橄辉岩中的带状铬尖晶石；（2）由于一系列平行裂隙为矿石所充填；（3）由于在大的空间洞壁上，矿物集合体的顺序沉淀，有时可形成对称带状；（4）由变质作用亦可形成。

4. 瘤状构造——在对称带状矿脉中有棒状集合体（如石英、毒砂、钨钼铁矿），由两边突出与脉壁大致成垂直，似梳齿状。

5. 晶洞构造——是由于后来结晶矿物的晶簇生长在空洞内壁的结果。

6. 胶状和皮壳状构造——是由弯曲而平行的条带和浑圆的带状或皮壳状所组成，这种构造是胶体溶液的矿物质沉淀时形成的。

7. 角砾状构造——是矿物质充填在破碎岩石或矿石的碎层间的空隙而成。如果碎屑已被溶蚀或部分交代而呈圆形外貌则称为：“似角砾状”构造。

8. 鲕状和豆状构造——椭圆形或圆形小粒有同心薄层的构造，其直径小于2毫米

者叫做魚卵石，大于2毫米者叫豆石。由魚卵石或豆石所組成的岩石或矿石称为鲕状或豆状构造，它是胶体成因矿物的特征。如宣龙铁矿有这样的构造。

9. 层状构造——是由矿物层相互之間或与沉积围岩一起成互換的层次，每一夹层在空間的相对分布可能是整合的，也可以是不整合的，不整合的呈現所謂斜层理。

矿石的結構种类更多，以下为主要类型：

1. 全自行晶粒結構——矿物顆粒有极完全的結晶外形，即自形，矿石中有这类結構的很少，如小松山純橄欖岩中成散布状的鉻铁矿（鉻铁矿浸染体）属于这类。

2. 半自形晶粒結構——是部分晶面发展的矿物，具有各种不同的自形程度，即半自形的外形。鉻铁矿和黄铁矿矿床中常見这种結構。

3. 他形晶粒結構——矿物形状不規則，沒有晶面，在硫化物矿石中这种結構很多。

4. 斑状結構——在一种致密細粒的矿物中有另一种粗大晶体如磁黄铁矿中之黄铁矿。

5. 隱晶状和胶状結構——为細致的結晶顆粒集合体，具有同心圓貝壳的結構。这种結構是在过冷或过饱和很厉害时形成的胶体物质，后来再結晶而成。

6. 文象結構——二种矿物相互嵌生，成一种特別花紋。

7. 乳浊状結構——这是一种矿物的結晶顆粒的滴状形成物在另一种矿物內。在热液矿床中最常見，是由固溶体分离时形成。

## 六、富 矿 柱

富矿柱，指矿石构成的富矿地段，即在矿体中 useful 組分的含量特別高的地段。富矿柱在內生矿床和变质矿床中常見，在沉积矿床和風化矿床中較少。如我国某地汞矿，其富矿柱中汞的品位达40%以上，而一般矿体中汞的品位仅有0.1%，两者相差400倍。

研究富矿柱，具体圈定富矿地段是勘探人員最重要任务之一。掌握富矿柱的形成規律来指导开采工作，是扩大矿山生产能力的重要方法。

富矿柱的大小不一，形态也各式各样（不一定成柱状）。一般沿走向和傾斜方向为数十至数百米，局部富矿柱沿傾斜可达1500米以上，格雷斯瓦利矿床中的“北星”富矿柱沿傾斜就达2700米。

形成富矿柱的原因主要有下列几种：

1. 断裂兩壁相对运动时，形成开口裂隙和孔洞的地段，有利于富矿柱的形成。

2. 在兩組以上不同产状的断裂交錯处形成矿柱，因为交錯断裂岩石破碎，使成矿溶液溫度变化快，有利于矿石富集。

3. 由于围岩的渗透性較差，防止含矿溶液的散失，亦可形成富矿柱，如在頁岩、泥灰岩以下遮挡构造中形成富矿柱。

4. 围岩的性质也影响富矿柱的形成。碳酸盐类的岩石化学性活泼，容易被含矿溶液交代，常形成富矿柱，特别是当成矿断裂割切这些岩石，对富矿的形成更为有利，如我国水口山鉛鋅矿柱。

碳酸盐类岩石和有机质岩石起催化剂和还原剂的作用，也可促使富矿柱的形成。

5. 各种断层在走向和傾斜方向变化的地段，断层弯曲处，主要断裂与羽毛状断裂

結合处，最有利富矿柱的形成（图 1-1，图 1-2）。

6. 封闭的折曲构造，在两种不同岩性的接触处，形成剥离构造（层間裂隙），也有利于富矿柱的形成，如我国贵州汞矿許多富矿柱的形成与此种构造有关。

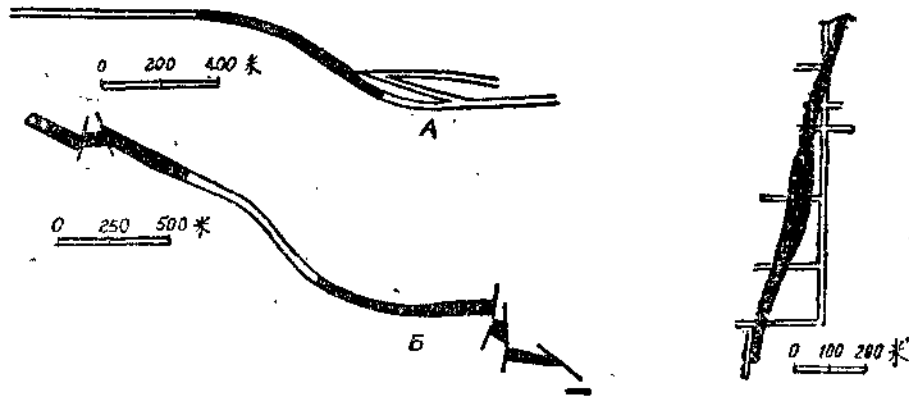


图 1-1 脉状裂隙走向改变时形成的矿柱

图 1-2 傾角改变时矿柱厚度的变化

A—墨西哥阿列瓦洛馬因矿床；B—科罗拉多州謝尼薩特馬因矿床

7. 在近地表的角砾化岩石中，含矿溶液的溫度、压力剧烈改变，可促使富矿柱的形成，如玻利維亞拉拉爪錫矿中富矿柱的形成。

8. 最后断裂的多次活动，热液多次分出，多次沉淀，也是富矿柱形成的非常重要原因。

自然界中富矿柱的形成，往往是多种原因造成的，因此勘探和开采富矿柱必須注意到这一点。

应该指出，同一矿体内常常由于多种原因可遇到数个富矿柱，而它們的形状、大小和产状可以大致相同，亦可完全不一，这种情况必須注意研究。

## 七、矿床的形状和产状

矿床的形状和产状，無論在探矿、采矿以及解决矿床的成因問題上都有极重大的意义。

矿床勘探工作主要任务之一是要确定矿体的形状和产状，以便进行計算儲量及弄清采矿技术条件。对于采矿工作者而言，正确的了解矿体的形状和产状，在編制合理开采計劃，指导开采工作，則具有非常重要的意义。

矿体的简单形状可分为三个基本类型：

1. 等軸状矿体——矿巢、矿囊、矿瘤（图 1-3）和矿株是本类的例子。它們往往具有不完全規則的形状，然而它們在空間所有三个方向大致彼此相等，这些矿床的形状仅以其大小来相互区别，例如矿巢断面直径为几米，矿株为几百米，而矿囊居二者之間。矿巢和矿株如果在某一方向稍有延长，則成为向柱状发展的过渡形状。由本类矿床向第三类型板状矿体发展的过渡形状有扁豆体、透鏡体（图 1-4），它們好像是被压扁的矿巢和矿株。

2. 柱状矿体——一般很少发现，并且有各种不同的大小和成因。由于两个或两个以上的裂縫相交，在其交叉处可形成柱状矿体。又矿化了的火山頸也可形成柱状矿体，

如南非洲著名的金刚石矿床中，可见到这类巨大的筒状矿体（图1-5，1-6），它们是由超基性岩充填火山颈而成，其直径可大至约700米，深达：1公里以上。

柱状矿体的横剖面可能是各向相等的或椭圆状的，或透镜状的。

3. 板状矿体——以矿脉和矿层为代表。

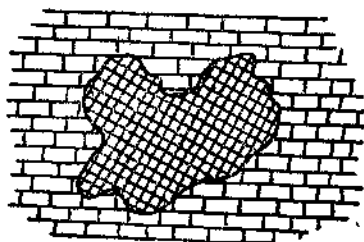


图 1-3 矿槽

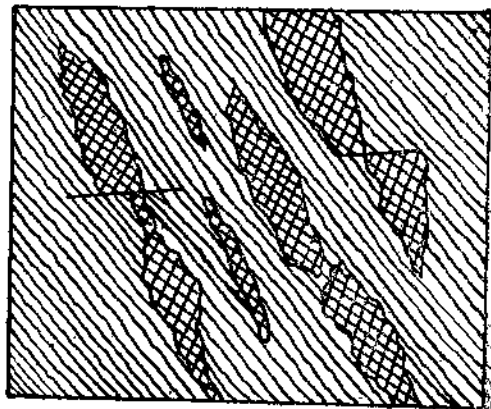


图 1-4 透镜体

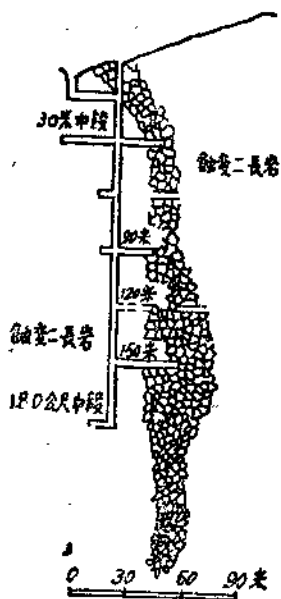


图 1-5 具有矿石角砾的矿筒

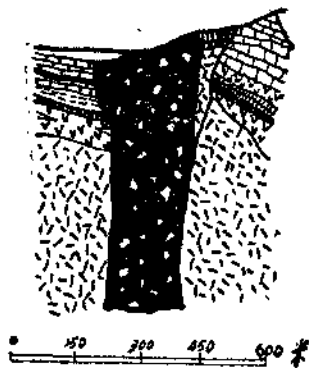


图 1-6 具有金刚石角砾的矿筒

(1) 矿脉：是成矿溶液充填围岩裂隙形成的，矿脉的大小不一，其长度能延伸到几十、几百米甚至达几千米。美国加利福尼亚的最长含金矿脉称为“母脉”，断断续续延伸至110公里。矿脉延伸的深度也不一样，在许多最大的矿脉中有的深达1公里以上。矿脉的厚度（即垂直于裂隙两壁的长度）从几厘米至几米不等，几十米者则较少。如矿脉厚度沿任何方向近于零时则称为尖灭，如增大时称为扩大或膨胀。

矿脉如不是垂直而是倾斜时，则在矿脉上面的围岩称为上盘，下面的围岩称为下盘，矿脉与围岩相接触的面称为脉壁（图1-7）。

(2) 矿层：矿层是由沉积作用所形成的板状体，位于上下二岩层之间。它与矿脉相反，是同生矿床，并且不切割其他矿层和围岩，也不含有上盘岩石中的碎块。在未变动的地层中，在年代上它比其上之岩层较老，比其下之岩层较新。矿层长度常由几公里到几十公里，厚度由几米到百米。如沉积的铁矿层一般长度从20~30公里甚至100公里。矿层也能发生变薄压缩膨胀和尖灭等现象。

4. 除上述简单矿体形状外，我们常可见到较复杂的形状，兹将比较普通的类型分述于下：

(1) 复矿脉——大致平行且互相连接的裂缝带，被矿液充填交代形成矿脉带叫做复矿脉。复矿脉能作一单位开采。

(2) 梯状矿脉——梯状矿脉为横贯岩脉成矿脉的一系列相互平行的短小矿脉所组成，它们由岩脉的一边伸至他边，因此，其宽度为岩壁所限，但可沿岩脉的走向延展至很大的距离。造成这种矿脉的原来裂缝普通认为是收缩节理（它们与岩脉的两壁大致成垂直方向），但也有由压缩力所造成的，如澳大利亚维克多利亞的辰星岩脉中的含金矿脉，即为梯状矿脉。

(3) 重膜矿带、断裂矿带与网状矿脉——由许多相互紧密连结的细小矿脉所组成的矿体，按其一般延展方向，几乎相互略为平行者称为重膜矿带。如沿着岩石节理的两个方向它们彼此互相交错者称为断裂矿带。如它们在各个方向作不规则的交叉成网状者称为网状矿脉。大部分这类矿床都可作为整个矿体开采。

网状矿脉的整个矿体不成板状，它们常由浸染状或散布状的矿石构成大矿体，如德国的阿尔丁堡的网状锡矿矿体，其直径达1000米（图1-8）。

(4) 囊状矿脉——当矿脉局部扩大，造成膨胀部分，叫做囊状矿脉（图1-9）。

(5) 鞍状矿体——在许多折皱的岩层里，矿体集中在背斜的轴部，造成鞍状矿体（图1-10）。

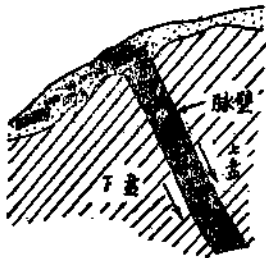


图 1-7 矿脉简略剖面图



图 1-8 阿尔丁堡的网状锡矿脉

矿床的产状被认为是各种地质因素的总合，它包括确定矿床的埋藏情况的资料，矿产与围岩接触的特性（接触带显著或逐渐递变等）和矿体的构造变动等等。若要计划详细地质勘探工作和弄清开采技术条件，就必须了解矿体的产状。

矿体的空间位置可用一般所说的产状要素来表示，就是矿体的“走向”、“倾斜”

以及矿体的“侧伏角”“倾伏角”等(图1-11)。矿体的“走向”和“倾斜”的概念和普通地质学中讲到沉积岩层产状时的涵义相同，现在且说明侧伏角和倾伏角的意义。



图 1-9 囊状矿脉

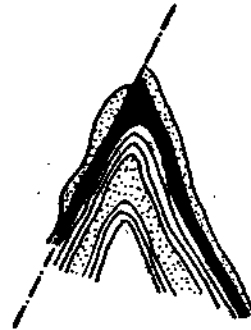


图 1-10 鞍状含金石英脉

凡是有透镜状剖面的任何矿体(图1-12)，常在倾斜面上(即在包括倾斜线与走向线的平面上)离开倾向(即在倾斜面上离开与走向垂直的线)向某一边渐渐移动，在倾斜面上矿体最大延伸方向，与矿体走向线相交之角称为侧伏角(矿体轴与走向线之间的夹角)。倾伏角是在倾斜面上矿体之轴的最大延伸方向与其在水平面上的投影所成之角，(矿体轴与此轴在水平面的投影之间的夹角)。如果矿体的倾角很陡或几乎垂直时倾伏角与侧伏角差别很小，但是在矿体较平缓时则两角之差却很大。

在开采倾斜平缓的矿脉用斜井比较有利，而矿体具有侧伏角时，则可沿着矿体轴(在其下面或在侧面)开掘斜井，因此必须知道侧伏角和倾伏角的大小，因为要根据这些角的大小来布置开采坑道。在许多场合中，尤其是在开发勘探时，确定倾伏角能使我们更正确地指导勘探坑道工作。

还须指出，在矿脉不同部分中，无论矿脉的走向和倾斜以及矿体的侧伏角、倾伏角都可能发生变动。

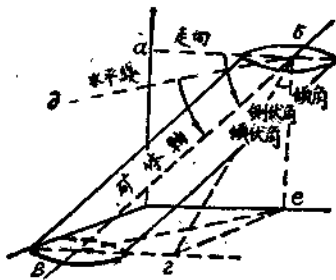


图 1-11 表示矿体走向、倾角、侧伏角和倾伏角的立体图

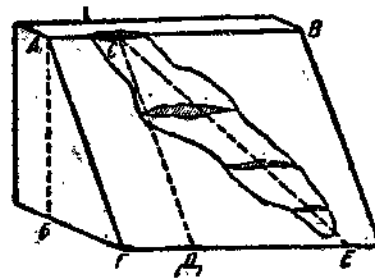


图 1-12 具倾伏角的透镜状矿体简图  
AB—走向线；CD—倾斜线；CE—矿体轴(矿体最大延伸线)；BAI—倾角；BCE—侧伏角

## 第二章 内生矿作用及内生矿床

### 第一节 内生矿作用

在地壳内部由内生矿作用所形成的矿床，叫内生矿床。内生矿床的形成受岩浆活



动、地质构造、围岩特性及物理化学条件等因素的制约。而岩浆活动及其有用元素的运动形式是形成内生矿床最本质的内在主导因素。

### 一、岩浆的特点

岩浆，是高温熔融体的物质，它由复杂的硅酸盐、重金属元素和挥发性的物质组成。不同的岩浆，具有不同物质成分和运动特点。

酸性岩浆含二氧化硅在52%以上，且含有大量水蒸汽、卤化物、有色及稀有元素、放射性元素等物质，具有熔点低、粘性大和富含气体等特征。酸性岩浆冷却分异的结果，形成花岗岩、流纹岩、正长岩、粗面岩和安山岩等岩石和大量金属矿产（铀、钍、铍、钨、锡、钼、铜、铅、锌、汞……等），非金属矿产（刚玉、萤石、重晶石、石英、明矾石、硫、白云母、长石、石英……等）。矿产的形成与酸性岩浆分异出之射气溶液有密切关系。

基性岩浆的二氧化硅含量小于52%，硅及铝含量较低，卤化物及铁的含量有时相当高，也可见到磷。具有粘滞性小，熔点高，所含气体比酸性岩浆少得多的特点，基性岩浆冷却后可以形成：辉长岩、辉绿岩和玄武岩、辉岩及橄辉岩等岩石以及铁、铬、钒、钛、铂、金刚石、刚玉、石棉、滑石、菱镁矿等金属、非金属矿产。

硷性岩浆按其性质在某种情况下与酸性岩浆相接近，在另外情况下则与基性岩浆接近。具有卤化物及磷的含量偏高，有时碳也偏高的特点。硷性岩浆冷却后可形成硷性伟晶岩、霞石正长岩等岩石以及铁、钨、钼、磷灰石、刚玉、石墨等矿产。

### 二、热液的特点

任何岩浆，总有气体存在，唯其成分和含量多寡有差异。

岩浆侵入、冷却、分异、结晶的过程，也是析出气态、液态热液的过程。苏联学者B.A.尼科拉耶夫根据对自然界成矿作用的观察和物理化学的原理，对热液自岩浆源析出过程进行了探讨。他指出，在岩浆中有限溶解的挥发性物质，在岩浆冷却的任何阶段，均可以析出。

岩浆冷却的第一阶段为岩浆结晶阶段，发生岩浆的熔离作用和结晶分异作用，挥发性物质随岩浆冷却分异，其溶解度逐渐减少，开始析出。

第二阶段，为岩浆蒸馏阶段。其特点，硅酸盐熔体大部分结晶，挥发物的相对含量大大增加，此时，气相溶液与残余硅酸盐熔体同时存在。在深度大、压力高、被致密岩石复盖的封闭系统条件，其岩浆蒸馏作用开始较晚。但有深度浅、压力小、被渗透性良好的岩石复盖的相对敞开系统条件，其岩浆蒸馏作用开始较早，分异出之射气，向围岩压力低的方向运动。在封闭系统条件下，特别富含气体的残余熔体，冷却结晶，可形成巨大晶体的伟晶岩矿床。

第三阶段，气成阶段。其特点，在相对封闭系统中，气相逐渐冷却为流体相和液相，仅少量气体逸出岩浆源。在相对敞开系统中，由于外压较低，挥发物均成气相逸出岩浆源。

第四阶段，热液阶段：热液的形成，可在岩浆源中由于温度降低残余岩浆全部结晶及形成残余热液，也可以由气相溶液液化形成，亦可以由气相流体相的热液与围岩作用