

采矿概论

蔡本裕 主编

CHONGQING DAXUE CHUBANSHE

CAI
KUANG
GAI LUN

重庆大学出版社

内 容 简 介

本教材共分十二章,概括地论述了地质、地下采矿、露天采矿和石材开采的基本理论和开采工艺,扼要阐述了开采石棉、云母、水晶、冰洲石等非金属矿物的特殊技术要求,反映了国内金属和非金属矿山的先进采矿技术。阐述了矿井通风防尘、提升运输和排水方法,对矿山压气设施也作了简要介绍。还对国内外出现的采矿新技术、新设备作了简要介绍。

本书可作为非采矿专业学生教材,亦可供矿山企业管理干部和工程技术人员参考。

采 矿 概 论

蔡本裕 主编

责任编辑 宋德勋 谢晋祥

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
重庆印制六厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13 字数: 324 千
1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷
印数: 1—3000

标准书号: ISBN 7-5624-0137-3 定价: 2.62元
TD·1

前 言

《采矿概论》是国家建筑材料工业总局下达的编写任务，并根据该局高等学校非金属材料专业教材编审委员会审定的课程教学大纲及编写细则撰写的，作为《地质矿产勘查》、《选矿工程》、《矿业机械》以及《矿山工程测量》等专业的教学用书。

本着“面向现代化、面向世界、面向未来”的指导思想，考虑到要适合多专业使用的特点，教材除全面、系统、概括地阐述地质、地下采矿、露天采矿和石材开采等基本知识外，还介绍了一些国内外近些年的采矿新技术，使学生对采矿和与采矿密切相关的地质知识以及当前采矿技术发展的新动向有较全面、系统的了解，为学好专业知识创造有利条件。

教材由四川建筑材料工业学院蔡本裕主编，黄兢参加编写。全书共分十二章，其中：绪论、第一章到第五章、第九章、第十一章的第一节由蔡本裕编写；第六章到第八章、第十章、第十一章的第二、三、四、五节以及第十二章由黄兢编写。全书由蔡本裕最后整理统稿。

本教材由国家建筑材料工业总局高等学校非金属材料专业教材编审委员会组织审稿会审定。武汉工业大学徐长佑担任主审，武汉工业大学崔颖英、国家建材局咸阳非金属矿研究所董效佩、国家建材局四川非金属矿山设计院黄诚义、四川建筑材料工业学院袁孝治、张志呈以及国家建材局张志江参加审定。对书稿提出了宝贵意见，笔者谨致诚挚的感激。

教材编写过程中，得到学院、系领导关心、非金属矿系资料室和学院教材材料的支持，教材插图承蒙宗良钦、李显寅和覃如贤协助描绘，借此一并表示谢意。

编者限于水平，书中会有缺点甚至错误，恳切希望广大读者批评、指正。

编 者

一九八六年十二月于四川建材学院

目 录

绪论

第一章 地质基本知识 (1)

- 第一节 地质概述 (1)
- 第二节 地质作用及地质构造 (2)
- 第三节 矿物与岩石 (5)
- 第四节 地质年代 (7)
- 第五节 与矿床有关的基本概念 (9)
- 第六节 内生矿床 (9)
- 第七节 外生矿床 (10)
- 第八节 变质矿床 (11)
- 第九节 影响采矿的矿床特征 (11)
- 第十节 矿产普查与矿床勘探 (14)

第二章 凿岩爆破 (17)

- 第一节 岩、岩影响凿岩爆破的主要因素 (17)
- 第二节 岩石分选 (18)
- 第三节 凿岩 (21)
- 第四节 矿用炸药 (24)
- 第五节 爆破方法和起爆器材 (31)
- 第六节 爆破方法和控制爆破技术 (37)

第三章 地下矿开拓 (43)

- 第一节 开拓巷道 (43)
- 第二节 矿田、井田和回采单元 (44)
- 第三节 阶段、矿块的开发顺序 (45)
- 第四节 单一开拓法 (47)
- 第五节 联合开拓法 (52)
- 第六节 主要开拓巷道位置确定 (54)
- 第七节 主、副井布置 (55)
- 第八节 井底车场 (55)

第四章 井巷掘进与支护 (60)

- 第一节 水平巷掘进 (60)
- 第二节 水平巷支护 (65)
- 第三节 天井掘进 (70)
- 第四节 竖井掘进与支护 (72)
- 第五节 斜井掘进与支护 (75)

第五章 地下采矿方法 (77)

- 第一节 地下采矿步骤及三阶段矿量的概念 (77)
- 第二节 矿石损失和贫化 (78)

第三节 开采石棉、云母、水晶、冰洲石等非金属矿物的特殊要求 (78)

- 第四节 回采工艺概述 (80)
- 第五节 地下采矿方法的概念及其分类 (84)
- 第六节 空场采矿法 (85)
- 第七节 充填采矿法 (97)
- 第八节 崩落采矿法 (103)

第六章 矿井通风防尘 (114)

- 第一节 矿井空气 (114)
- 第二节 矿井通风压力及通风阻力 (115)
- 第三节 矿井通风方法及通风设备 (119)
- 第四节 矿井通风系统 (121)
- 第五节 矿井防尘 (124)

第七章 矿山运输及矿井提升 (128)

- 第一节 轨道运输 (128)
- 第二节 运输机运输 (131)
- 第三节 井下卡车运输 (132)
- 第四节 架空索道运输 (133)
- 第五节 矿井提升 (134)

第八章 矿井防水及压气设备 (140)

- 第一节 矿井防水措施 (140)
- 第二节 矿井排水 (141)
- 第三节 矿山压气设备 (143)

第九章 露天采矿基本知识 (147)

- 第一节 概述 (147)
- 第二节 开采台阶和露天采场构成 (147)
- 第三节 山坡露天矿和凹陷露天矿的概念 (149)
- 第四节 露天采矿步骤概述 (149)
- 第五节 露天采矿与剥离的关系 (150)
- 第六节 剥采比及露天开采境界 (150)

第十章 露天矿床开拓 (153)

- 第一节 公路运输开拓 (153)
- 第二节 铁路运输开拓 (157)
- 第三节 胶带运输开拓 (158)
- 第四节 斜坡卷扬开拓 (160)
- 第五节 平硐溜道开拓 (161)
- 第六节 掘沟工程 (164)

第十一章 露天矿采掘工艺..... (171)	第十二章 石材开采..... (188)
第一节 穿花炮眼..... (171)	第一节 石材开采方法..... (188)
第二节 采装工作..... (175)	第二节 荒料吊装与运输..... (195)
第三节 运输工作..... (179)	第三节 石材加工简述..... (195)
第四节 排土工作..... (183)	参考文献..... (198)
第五节 排土场的建设及环境保护..... (185)	

第一章 地质基本知识

第一节 地球概述

地球，是太阳系星族家庭中九大行星之一，是宇宙中一颗渺小的星球。地球表面，分海洋和陆地，海洋占地球面积的70.8%，陆地占29.2%。

地球上的陆地是一个不连续体，被海洋分割为若干巨大陆地块和极小陆地块，前者叫洲，后者叫岛屿。陆地表面，除高山、高原外，还有丘陵、盆地和平原，起伏不平，地貌极为复杂。

海底，是海水覆盖的地球表面，和陆地表面一样，也是起伏不平，地貌复杂。

地球上最高的地方，是我国的珠穆朗玛峰，海拔高8848.13m。地球上最低的地方，是太平洋中的马利亚纳海沟，其深度在海平面以下11033m，是世界上最深的海域。

地球系由不同物质组成的、呈若干同心圆圈层结构，由表及里，分外部圈层和内部圈层。

环绕地球的圈层，叫地球的外部圈层，它又分大气圈层、水圈层和生物圈层。

由氮、氧、二氧化碳、水蒸气 and 尘埃混合的气体圈层叫大气圈层。该圈层从地表到高空可达几千公里，风、云、雨、雪、冰雹等天气变化都在这里发生。

地球表面的湖泊、河流和冰川，以及地面下一定深度处的地下水，包围着地球构成连续而不规则的圈层叫水圈层。

地球大气圈层不小于六公里高的下部、水圈层全部及地球表面的土壤岩石层，既有空气，又有水份，加上适宜的气候，是生物生存、繁殖的有利地带，这就是包围地球的、有生命的生物圈层。地球上的生物活动，时刻影响着、改变着地球的外貌。生物遗体的堆积，则是形成煤、石油等矿产资源的物质基础。

地球内部根据莫霍不连续面和古登堡不连续面划分为地壳、地幔和地核三个圈层（图1—1）。

地壳，是地球表面的坚硬外壳，由岩石组成。

地壳分陆地型和海洋型，前者较厚，平均厚33km，我国西藏境内最厚可达70km。海洋型地壳较薄，最薄的在太平洋底，只有5km厚，最厚的在大西洋和印度洋，厚10~15km。

地壳和大气圈、水圈、生物圈直接接触并互相影响。地壳是地壳运动、地震作用、火山爆发以及其它各种地质现象发生的场所。目前人们开采的各种矿产资源就在这里形成和蕴藏。所以，地壳是地

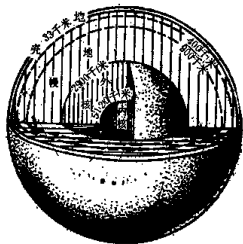


图1—1 地球内部圈层结构示意图

质学的主要研究对象。

第二节 地质作用及地质构造

在漫长的地质历史进程中，地壳时刻都在运动着、变化着，如高山夷为平地，沧海沦为桑田，坚硬岩石变成松散泥沙等等。地球经过长期演变，地貌不断发生变化，形成了如今的外形。自然界，引起地壳组成物质、地壳构造和地表形态发生变化的自然作用，叫地质作用。

自然界的地质作用，有的极为迅猛、激烈，如山崩、地震，瞬间可造成巨大灾害；有的却十分缓慢，长期持续，人们感觉不到，如岩石风化，海陆变迁，山脉隆起。

地质作用，按其产生的动力不同，分内力地质作用和外力地质作用。

一. 内力地质作用

由地球内部动力引起地壳物质成份、内部结构和地表形态发生变化的地质作用叫内力地质作用，其表现形式为地壳运动、岩浆活动、变质作用和地震。不少矿产资源就是内力地质作用的产物。

1. 地壳运动 地壳自形成以来，一直处于人们感觉不到的运动状态，年久日深，引起地壳发生水平或垂直位移，造成海陆升降，岩层褶皱、断裂，地貌发生变化，这种由内力引起的地质作用叫地壳运动。如珠穆朗玛峰，几千万年之前是一片汪洋大海，处于缓慢地壳运动状态，后来发生强烈的水平运动，岩层挤压，产生巨大褶皱，地壳上升，形成了世界第一高峰。

2. 岩浆作用 地壳深部的岩浆，是一种以硅酸盐成份为主、富含水份、 CO_2 、 H_2S 、和 SO_2 等挥发性气体以及含有 Fe 、 Ca 、 K 、 Al 等金属氧化物和硫化物的高温（ $700\sim 1300^\circ\text{C}$ ）、高压粘稠状熔融体，当其沿地壳裂隙上升流动冷凝过程中，使围岩成份和结构发生变化，直至上升到地壳上部或喷出地表冷却凝固成岩石，这一全过程叫岩浆作用。岩浆沿裂隙由深部喷至地表叫喷出作用，如火山喷发；岩浆沿地壳裂隙侵入凝固成岩岩体叫侵入作用。

3. 变质作用 由于地壳运动、岩浆活动，使地壳中原有岩石的矿物成份、化学成份和组织结构发生改变的作用，叫变质作用。

4. 地震作用 地球内部积聚的能量，瞬间释放，使地壳产生快速震动叫地震。一次地震，一般都要经历前震、主震和余震三个阶段。地震过程中，震动最强的一次叫主震，主震往往造成破坏性灾害。

地震，按震源深度分浅源地震（ $0\sim 60\text{km}$ ）、中源地震（ $60\sim 300\text{km}$ ）和深源地震（ 300km 以上）。破坏性地震多发生在离地表 $3\sim 5\text{km}$ 到 $10\sim 20\text{km}$ 深处。1976年7月28日8时42分我国唐山—丰南地震，7.8级，震源深12km。

地震的大小，用震级表示。地震震级，从0~9级，共分10级；2.5级以下，人无

震感，属微震；2.5~4级，人有震感，属小震；5级以上，具破坏性。强烈地震，对人类曾造成过程度不同的灾害。我国是一个多地震活动的国家，早在公元前1831年就有过地震记载史。世界上第一台记录地震的仪器——候风地动仪，是公元132年我国东汉时期科学家张衡（公元78~139年）发明的，这是我国古代科学家在地震研究方面取得杰出成就的代表。解放后，党和国家对地震的预测、预防极为重视，制订了以预防为主，专群结合，依靠广大人民群众做好预测、预防的方针，取得巨大成绩。1975年辽宁海城7.3级地震，由于及时准确做了预测、预报工作，使一个人口稠密地区，避免了一场重大伤亡，为世界地震史上前所未有。

二、外力地质作用

地壳表层岩石在地球外部能量作用下破碎、迁移和富集，形成沉积岩层和矿产，这种地质作用叫外力地质作用。外力地质作用，按其作用方式，有以下几种：

1. **风化作用** 地壳表层岩石，经受风吹雨打，日晒夜露，在水份、氧气和生物新陈代谢分解的有机酸等作用下，发生机械破坏和化学分解，使整体岩石或者开裂破碎，形成碎屑物，残留原地；或者逐渐溶解、水化、氧化而遭破坏，形成的可溶物随水流失，不溶物、新的氧化物和新的含水矿物原地堆积，这种物理的（图1—2）、化学的、生物的外力破坏作用过程称为风化作用。实际上，上述各种外力破坏作用，均系同时进行，互相影响，过程极为复杂，只不过在不同时期有主有次而已。



2. **剥蚀作用** 地壳岩层经风化后，被地面水流、海水和风力等就地剥落，这一作用过程，叫剥蚀作用。风化和剥蚀作用，互相影响。坚硬岩石经风化变得松散利于剥蚀，剥蚀后暴露出来的新鲜岩石，为继续风化创造有利条件。



3. **搬运作用** 风化和剥蚀作用的产物，在水流和风力作用下，离开原地，被搬运到其他地方的过程叫搬运作用。



图1—2 温差物理风化作用过程示意图

4. **沉积作用** 被搬运的物质，经搬运一定距离之后，由于搬运能力减弱，或因搬运介质的物理化学条件发生变化，在条件适宜的地方沉积下来，叫沉积作用。

5. **固结成岩作用** 逐步沉积下来的松散沉积物，在上覆沉积物和水体的作用下，水份被挤出，沉积物颗粒紧密排列，颗粒间的孔隙被 SiO_2 、 Fe_2O_3 和 CaCO_3 等化学胶结物充填胶结，固结成为坚硬岩层。

三、地质构造

未经地壳运动影响的沉积岩层呈水平产出，经地壳运动作用后，其原始产出状态发

生倾斜(图1—3)、弯曲、断裂等形态各样的地质构造,野外常见的可归纳为褶皱和断裂两大类。

1. 岩层产状 地壳中岩层的空间产出状态,叫岩层产状。岩层产状用岩层走向、倾向和倾角表示。如图1—4所示,岩层面与水平面ABCD的交线AB叫走向



图1—3 倾斜岩层

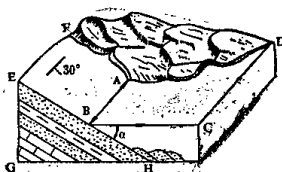


图1—4 岩层产状要素主体图解

ABCD—水平面; AB—走向线; BH—倾向线;

BC—倾向; α —倾角

线,走向线两端的延伸方向叫岩层走向,它表示岩层的空间水平延伸方向。

岩层层面上与走向线垂直并向下延伸的直线BH叫倾向线;倾向线在水平面上的投影线BC所指的方向叫岩层的倾向。

岩层的倾角,系岩层层面上的倾向线BH与其在水平面上的投影线BC的夹角 α 。

2. 褶皱构造 系岩层在水平地壳运动作用下发生塑性变形,被挤成弯弯曲曲、但连续性、完整性仍保持完好的一种地质构造(图1—5)。岩层褶皱的弯曲部份叫褶曲,向上拱起的褶曲叫背斜,向下弯曲的褶曲叫向斜。岩层的背斜和向斜,相间排列,彼此连接,连续出现。

3. 断裂构造 系地壳运动使岩层遭到破坏,发生断裂和错动的一种地质构造。根据岩层沿断裂面相对位移的程度,断裂构造分节理和断层两种。

节理(图1—6)就是通常所说的裂隙,是岩层断裂后不发生错动或错动不明显的断裂构造。岩层节理很多,叫节理发育。

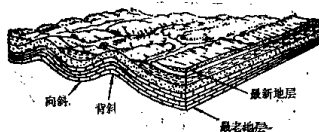


图1—5 褶皱构造



图1—6 岩层节理

岩层沿断裂面发生明显位移或错动的断裂构造叫断层（图1—7），断层有大有小，波及地壳有深有浅。

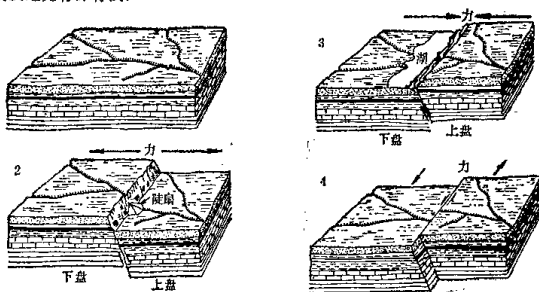


图1—7 断层及其类型

1—断裂之前；2—正断层；3—逆断层；4—平移断层

根据断层面两侧岩层的相对移动方向，断层有以下几种类型。

如图1—7之2所示，上盘相对下降，下盘相对上升之断层叫正断层，为张力所造成。上盘相对上升，下盘相对下降之断层叫逆断层，为压力所造成，如图1—7之3所示。两盘沿水平方向或近似水平方向相对移动的断层叫平移断层，为地壳水平运动和岩层受力不均所造成，如图1—7之4所示。

岩层断裂后，断层面两侧岩体相对位移的水平距离叫水平断距，相对位移的垂直距离叫垂直断距（图1—8）。

节理和断层等地质构造，是岩浆的通道，又是成矿物质富集的场所，故成矿前的地质构造，不仅控制着矿体的规模、形状与产状，而且利于矿体的形成。受控于断层、裂隙的矿体形状和产状，是确定矿床开拓、采矿方法及回采工艺等重要依据。成矿后产生的地质构造，对矿体则起破坏作用。节理裂隙，会使矿岩的结合能力大大削弱，稳固性降低，特别是对节理裂隙发育时更甚。断层使矿体遭受切割、破坏，甚至错失，出现破碎矿段，这都会给矿山井巷掘进与支护带来困难，使矿房回采潜伏着冒顶隐患，威胁采矿安全，必须认真研究，慎重对待。

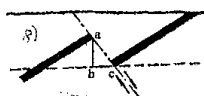


图1—8 断距示意图

ab—垂直断距；bc—水平断距

第三节 矿物与岩石

一、矿物

矿物，是矿石和岩石的基本组成成份，由一种或数种化学元素组成，有一定的晶体

结构和形态以及各自的物理化学性能。绝大多数矿物是固态，也有气态（天然气）和液态（汞）的。自然界已发现的矿物达3000多种，其中约200多种能为工农业利用。

组成岩石的矿物叫造岩矿物。自然界中，组成常见岩石的造岩矿物，主要是石英、长石、云母、角闪石、辉石、橄榄石等硅酸盐矿物。

组成有用矿产的矿物叫造矿矿物，如石棉、云母、金刚石、方铅矿、黄铜矿、磁铁矿等。地壳内造矿矿物远比造岩矿物量少，但富集成形矿产后，则具有很大经济价值，为四化建设不可缺少的原料。

二、岩石

岩石，是组成地壳的物质基础，按其成因，有岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

1. 岩浆岩 又叫火成岩，由岩浆冷凝而成，是构成地壳的主体岩石，占地壳总重量的95%。岩浆沿地壳裂隙侵入冷凝而成的岩石叫侵入岩。离地表三公里以下的岩石叫深成岩。离地表三公里以内的地壳浅部形成的岩石叫浅成岩（图1—9）。岩浆由地壳深部直接喷至地表冷却凝固或堆积而成的岩石叫喷出岩。

岩浆岩主要由富含硅、铝的浅色矿物石英、长石和富含铁、镁的深色矿物黑云母、角闪石、辉石和橄榄石等硅酸盐矿物组成。根据 SiO_2 含量，岩浆岩分超基性岩（ $\text{SiO}_2 < 45\%$ ）、基性岩（ SiO_2 为45~52%）、中性岩（ SiO_2 为52~56%）和酸性岩（ $\text{SiO}_2 > 56\%$ ），其主要岩石有：橄榄岩、辉岩、金伯利岩；辉长岩、辉绿岩、玄武岩；闪长岩、闪长玢岩；花岗岩闪长岩、粗面岩；花岗岩、花岗斑岩等。

岩浆岩不含有机质，多呈致密块状，坚固稳定。

岩浆岩中，盛产许多重要非金属和金属矿产，如金刚石、云母、铬、镍、铜、铁、钒、钛、锌、铅等。

2. 沉积岩 是一种次生岩石，在外力地质作用下沉积、固结而成，含有先成岩的长石、石英、白云母等陆源碎屑矿物（也叫继承矿物），在沉积成矿过程中，又形成方解石、白云石、石膏、粘土矿物等同生矿物（也叫自生矿物），有时还含有生物遗体等有机质。

沉积岩呈层状产出，具层理构造，各向强度不一，稳固性视胶结物不同而异。常见的沉积岩有：页岩、砂岩、石灰岩、白云岩、砾岩等。

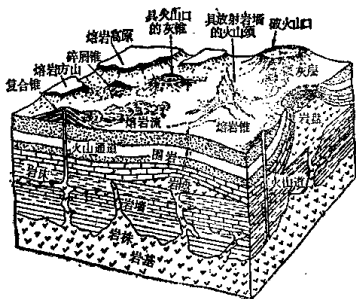


图1—9 侵入岩与喷出岩示意图

人类开采利用的矿产，75~85%产于沉积岩。能源矿物——煤、石油、天然气、石膏、岩盐类矿产；大多数铁矿、磷矿、铝矿、锰矿等都产于沉积岩中。

三、变质岩

地壳中的先成岩经变质作用而形成的岩石叫变质岩，其矿物成份，一部份是继承性矿物，即先成岩中也有的石英、长石、云母、角闪石、方解石、白云石等矿物，一部份是经变质作用后形成的蛇纹石、石墨、滑石、石榴子石、金云母、红柱石等变质矿物，是区别于岩浆岩、沉积岩的标志矿物。片理构造，也是变质岩的重要特征。板岩、千枚岩、片岩、大理岩、石英岩、矽卡岩等变质岩多为常见。

变质岩中，蕴藏着石棉、石墨、滑石、磷矿、铁、铜、铅、锌、锡、钨等许多非金属和金属矿产。某些变质岩如大理岩本身就是很珍贵的建筑装饰材料。

第四节 地质年代

地球自形成到现在，大约有45亿年。

地壳中各种岩石和矿产，都是在一定的地质时代形成，产在一定的地层中。地层是研究地壳发展史的依据。根据地层的物质成份、所含化石等实际资料，可确定地层的生成顺序和形成时代，进而分析地层形成的环境，了解古代自然地理的变迁、发展、演化以及地壳运动的规律。确定地层及其形成的地质年代，对寻找矿产资源具有实际意义。

未经剧烈地质构造的原始地层，老地层在下，新地层在上，具有一定的层序，叫地层层序规律。此外，生产实践和科学研究表明：不同时代形成的地层，含有不同的生物化石；不同地区含相同生物化石的地层均属同一地质时代，这叫化石层序规律。根据这些层序规律，可划分地层形成的地质年代单位及地层单位。

生物进化过程，为不可逆发展，由简单到复杂，由低级到高级，全世界都一样。根据生物进化过程划分的地质年代单位和地层单位，适用于全世界，叫国际地层单位，分为界、系、统三级，与之相适应的相对地质年代单位叫代、纪、世。表1—1为目前常用的地质年代表。

表 1-1

地 质 年 代 表

地 质 时 代 (地层及代号)			距今年龄 (Ma)	生 物 繁 殖				
代 界	纪 (系)	世 (统)		植 物	动 物			
新生代 (界 Kz)	(第三纪)系 R	第四纪 (系 Q)	全新世 (统 Q ₃) 更新世 (统 Q ₂) 上新世 (统 N ₁) 中新世 (统 N ₁) 渐新世 (统 E ₃) 始新世 (统 E ₂) 古新世 (统 E ₁)	2 26 65	被子植物	出现人类 哺乳动物与鸟类	无脊椎动物继续演化发展	
		白垩纪 (系 K)	晚白垩世 (统 K ₂) 早白垩世 (统 K ₁)	137		裸子植物		爬行动物
		侏罗纪 (系 J)	晚侏罗世 (统 J ₃) 中侏罗世 (统 J ₂) 早侏罗世 (统 J ₁)	195				
		三叠纪 (系 T)	晚三叠世 (统 T ₃) 中三叠世 (统 T ₂) 早三叠世 (统 T ₁)	230	蕨类及原始 裸蕨植物			
		二叠纪 (系 P)	晚二叠世 (统 P ₂) 早二叠世 (统 P ₁)	285		裸蕨植物		鱼类
		石炭纪 (系 C)	晚石炭世 (统 C ₃) 中石炭世 (统 C ₂) 早石炭世 (统 C ₁)	350	藻、菌、植物			
		泥盆纪 (系 D)	晚泥盆世 (统 D ₃) 中泥盆世 (统 D ₂) 早泥盆世 (统 D ₁)	400				
古 生 代 (界 Pz)	志留纪 (系 S)	晚志留世 (统 S ₃) 中志留世 (统 S ₂) 早志留世 (统 S ₁)	435					
	奥陶纪 (系 O)	晚奥陶世 (统 O ₃) 中奥陶世 (统 O ₂) 早奥陶世 (统 O ₁)	500					
	寒武纪 (系 C)	晚寒武世 (统 C ₃) 中寒武世 (统 C ₂) 早寒武世 (统 C ₁)	570					
	元 古 代 (界 P ₁)	震旦纪 (系 Z)	晚震旦世 (统 Z ₂) 早震旦世 (统 Z ₁)	800	菌 类	裸露无脊椎动物		
				1000				
			1900					
太古代 (界 Ar)			2500	植 物				
			4600			生命现象开始出现		

第五节 与矿床有关的基本概念

一、矿石和品位

矿石，是一种有用成份含量达到了在一定技术经济条件下能为国民经济所利用的特殊岩石。实际上，矿石和岩石的概念是相对的，与矿石的加工技术水平密切相关。矿石的加工技术水平提高了，原来因有用成份含量低不能利用而列为岩石的就能得到利用而列为矿石。

矿石，由矿石矿物和脉石矿物组成，前者是矿石中的有用成份，能直接利用或从中提取有用元素，后者是矿石中的无用矿物或有用成份含量甚微而不能利用的矿物，如石棉矿石、云母矿石中可直接取得并被利用的石棉、云母为矿石矿物，蛇纹石、石英则分别为石棉矿石、云母矿石的脉石矿物。

矿石的质量，通常以品位表示。所谓品位，是矿石中有用成份的重量与矿石重量之比，是衡量矿石质量的主要标志，常用%表示。有些非金属矿，如云母矿石，其品位以公斤/米³表示，金刚石的品位以毫克/米³表示。

二、矿体、矿床和围岩

地壳中数量和质量都达到工业要求具有开采价值的矿石自然聚集体叫矿体。矿体是具有一定形状、大小和产状的地质体，是组成矿床的基本单位。

矿体周围不能被利用的岩石叫围岩，在矿体上部的叫上盘围岩或顶板，在其下部的叫下盘围岩或底板。

矿体和围岩的界限，取决于围岩中有用成份含量的高低。有的界限十分明显，眼睛即可区分，有的界限不明显，有用成份含量逐渐降低，要取样化验，根据边界品位指标确定。

一个矿床，或只有一个矿体，或由数个矿体组成。一个矿床，有无开采价值，取决于矿石品位及储量，也取决于国家在一定时期内对矿石需要的程度，以及矿床产出地区的交通和工业发展条件。

矿床，按成矿作用，分内生矿床、外生矿床和变质矿床。

第六节 内生矿床

内生矿床，是岩浆活动过程中冷凝结晶而形成，因冷凝结晶阶段不同，内生矿床有以下几种。

一、岩浆矿床

岩浆矿床，是岩浆冷凝结晶成为岩浆岩阶段内形成的矿床，是岩浆活动过程中最先形成的矿床，岩浆活动过程中，发生结晶分异作用，熔点高的有用成份，如铬铁矿，产于橄榄石、辉石等硅酸盐类矿物结晶析出，在重力作用下，沉到岩浆底部富集成矿。随

着岩浆温度降低，金属硫化物熔体和硅酸盐成份熔体，因比重不同而互相分离，比重大的金属硫化物熔体下沉富集，形成岩浆矿床。

岩浆矿床和岩浆岩同时形成，其矿物组成与相应的岩浆岩围岩相似，但含量比围岩高，呈渐变过渡为围岩，两者界限不明显。

矿体产在橄榄岩、辉岩、辉长岩等超基性和基性岩浆岩内，常呈似层状、透镜状、矿瘤、矿巢、矿脉产出。

岩浆矿床，具有重要战略意义。铬铁矿、钒—钛磁铁矿、铜—镍硫化物、金刚石以及铌、钽稀土元素矿物等矿产资源均产于这类矿床中。我国第三大钢铁基地四川攀枝花钒—钛磁铁矿就属于这类矿床。

二、伟晶岩矿床

伟晶岩矿床，又叫残留岩浆矿床，是岩浆活动过程中，有用矿物和硅酸盐成份因岩浆分异作用已结晶形成相应的矿床，剩下的残留岩浆中，硅酸盐成份、挥发份和许多稀有金属大量富集，使残浆粘性小、流动性大，凝固温度降低，结晶时间长，各种矿物成份缓慢结晶，形成粗大晶体，叫伟晶岩，当有用成份富集达到工业利用要求时，则为伟晶岩矿床。矿物结晶粗大（如云母晶体面积可达 $3 \sim 5 \text{ m}^2$ ），成矿受控于裂隙，呈脉状成群产出，是这类矿床的主要特征。

伟晶岩矿床，以花岗伟晶岩矿床具有重要工业价值，是铌、钽、铍、钨、钨、钨、铍等稀有金属的重要产地，也是铀、钍等放射性元素的重要宝库，还是云母、水晶、压电石英以及宝石等非金属矿的重要产出矿床。

三、气水—热液矿床

气水—热液矿床，也叫岩浆期后矿床。如前述两个成矿阶段后剩下的岩浆，是一种富含挥发性成份、粘性更小、流动性更大的含矿气水—热液。在适宜的条件下，这种含矿气水—热液或者侵入化学性很活泼的石灰岩、白云岩等碳酸盐类岩石裂隙，与围岩发生化学反应，将围岩接触带内的部份矿物成份溶解、交代和置换，形成接触交代矿床；或者侵入化学性不活泼的岩石（如页岩、硅质岩等）裂隙，与围岩不发生化学反应，而是沿着裂隙沉淀、富集、充填形成矿床，叫热液矿床。

气水—热液矿床，矿产十分丰富，在四化建设中占有重要地位。大部份有色金属（如铜、铅、锌、锡、钨、锡、钨……）、稀有元素（如铀、钍、钍、钍……）、铀矿以及石棉、硫、重晶石、萤石、明矾石、菱镁矿、冰洲石等许多非金属矿产都有产出。以盛产康棉享誉世界的四川纵纤维蛇纹石石棉矿床，属气水—热液矿床，石棉纤维产于由超基性岩（如橄榄岩）蚀变而成的蛇纹岩节理裂隙中，石棉纤维与裂隙壁平行，石棉呈网状脉产出。

第七节 外生矿床

外生矿床，系成矿物质在外力地质作用下富集而成的矿床。外生矿床，据其成因，

分风化矿床和沉积矿床。

一、风化矿床

出露地表的岩层与矿体，受风化、剥蚀作用破碎后，易溶物和轻微粒被地表水、地下水和风力带走，难溶和比重大的有用矿物，除原地富集形成残留砂矿床外，还在重力作用下，沿山坡移动堆积，形成坡积砂矿床。这种矿床，以金刚石、金等砂矿为常见。

出露地表的矿体和岩层，在化学风化作用下，难溶成份呈胶体溶液原地或就近富集形成风化残余矿床。这种矿床，规模较大，品位较高，有较大的工业价值，如高岭土矿、膨润土矿、铝土矿等。

二、沉积矿床

成矿盐类水溶液，汇集到内陆盆地后，湖水蒸发，不断浓缩、饱和、沉淀形成蒸发沉积矿床，如石膏矿床、盐湖矿床等。

溶于水成胶体状的成矿物质，与水中腐植质结合，稳定性、悬浮性好，经长途水力运搬进入海水盆地后，凝聚下沉形成胶体化学沉积矿床。世界上广泛分布、具有工业意义的铁、锰、铝沉积矿床属这类矿床，我国淄博铝土矿、庞家堡铁矿亦属此类矿床。

第八节 变质矿床

地壳内的先成矿床，经变质作用后形成的矿床，统称为变质矿床。因变质作用和变质程度不同，形成的变质矿床与先成矿床的差别也不一样。经变质作用，地质特征发生变化，有用矿物富集形成的矿床，其基本性能与工业用途并未改变者，叫受变质矿床，其基本性能与用途与先成矿床完全不同者，叫变成矿床。前者系沉积矿床受区域变质成矿作用而形成，如中外驰名的鞍山式铁矿；后者系热力接触变质作用而形成，如岩浆侵入煤层，炭富集并重新结晶形成的石墨矿床。

第九节 影响采矿的矿床特征

埋藏在地下的矿床，千姿百态，地质条件复杂多变，要能安全、最大限度地从矿床中采出各种矿石，必须就以下对采矿有影响的矿床特征深入、全面研究和了解，以期采取与之相适应的技术决定，合理开采。

一、围岩的稳固性及按稳固性分类

矿岩采出后，出现采空区，大面积暴露。为维持暴露空间不垮，矿岩允许暴露面积的大小及其暴露时间长短的性能，叫矿岩的稳固性。

矿岩的稳固性，不仅受其本身结构的影响，而且与地质构造、水文地质条件、矿岩风化程度和采空区大小有关，对地下采矿方法、采场地压管理、井巷掘进与支护影响很

大。由于影响矿岩稳固性的因素极为复杂，到目前为止，还不能用一个统一的、完善的定量指标表示矿岩的稳固性，比较通用的办法，是用采空区矿岩允许暴露面积的大小，粗略地将矿岩的稳固性分为以下五等。

1. **极不稳固** 在这种矿岩里采矿和掘进巷道，不允许有暴露面积，否则不安全。开采这种矿石，要采用人员不进入采矿场的采矿方法，掘进时，要超前支护。

2. **不稳固** 矿岩允许暴露的面积在 50m^2 以内，支护作业随工作面推进立即进行，否则生产不安全。

3. **中等稳固** 矿岩允许暴露的面积在 $50\sim 200\text{m}^2$ 以内，支护工作随作业面的推进可不立即进行。

4. **稳固** 矿岩允许暴露的面积在 $200\sim 800\text{m}^2$ 以内，一般经不太长时间进行支护。

5. **极稳固** 矿岩允许暴露的面积在 800m^2 以上，长时间不支护，并不垮塌。

二、矿体按倾角分类

矿体的倾角，影响矿床开拓，也决定着采场矿石运搬方法。通常矿体按倾角分以下几种：

1. **水平矿体** 倾角在 5° 以下；

2. **缓倾斜矿体** 倾角在 $5\sim 30^\circ$ ；

3. **倾斜矿体** 倾角为 $30\sim 55^\circ$ ；

4. **急倾斜矿体** 倾角在 55° 以上。

三、矿体按厚度分类

根据采矿技术条件，矿体按厚度通常分为以下几种：

1. **极薄矿体** 厚度 0.8m 以下；

2. **薄矿体** 厚度 $0.8\sim 2.0\text{m}$ ；

3. **中厚矿体** 厚度 $2\sim 5\text{m}$ ；

4. **厚矿体** 厚度 $5\sim 20\text{m}$ ；

5. **极厚矿体** 厚度 20m 以上。

矿体厚度不同，采矿方法也不相同。如开采薄矿体，一般采用浅眼落矿的采矿方法，开采厚矿体，则用大量崩矿的采矿方法。

四、矿体的产状及形状

矿体的产状，和岩层产状一样，系指矿体在地壳中的空间位置，常用走向、倾角和厚度表示。矿体厚度沿走向和沿倾斜均可发生变化，如胀大、缩小、分枝、复合甚至尖