

高等学校教材

岩矿地质基础

陈尚迪 主编



地质出版社

高等学校教材

岩矿地质基础

陈尚迪 主编

地质出版社

内 容 简 介

本书是高等地质院校岩矿分析专业的地质基础课教材。

全书共分四篇十七章。第一篇：地球及地质作用；第二篇：矿物；第三篇：岩石；第四篇：矿床。分别简要地阐述了内、外力地质作用，以及矿物、岩石、矿床方面的基础地质知识；书中特别侧重于物质成分方面的论述，并引用了目前科研、生产中一些新的分析资料。

本书除供岩矿分析专业师生使用外，也可供从事岩矿分析人员及其有关的科研、生产和管理人员参考，也可供该专业的函授生、训练班使用。

* * *

本书由傅振家、施慧玲主审，并经地质矿产部地质学基础教材编委会于1984年4月召开的全体会议审稿，同意作为高等学校教材出版。

* * *

高 等 学 校 教 材 岩 矿 地 质 基 础 陈尚迪 主编

责任编辑：施慧玲 丁良华

地质出版社出版

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆，印张：15¹/₂，字数：360千字
1985年3月北京第一版·1985年3月北京第一次印刷

印数：1—6,185册 定价：2.85元

统一书号：13038·教199

前 言

本书是高等院校岩矿分析专业的地质学基础教材，是根据地质系统院校地质学基础编委会审订的教学大纲编写而成。因受专业要求和学时（100）限制，仅能择重就简介绍有关知识。

全书共分四篇。第一篇地球及地质作用，一般介绍地球的形态、性质和构造，重点介绍地壳的物质组成和地质作用类型；第二篇矿物，较系统地介绍了结晶学及矿物学的基本知识，尤其对元素在矿物中的赋存和组合规律做了较多的论述；第三篇岩石，介绍了三大岩类及主要岩石类型的基本特征；第四篇矿床，介绍了各类矿床的成矿作用及典型矿床的基本特征。

本教材由成都地质学院和长春地质学院合编，陈尚迪任主编。第一篇由朱钟秀、陈尚迪编写；第二篇由陈尚迪、刘万、刘鸿光编写；第三篇由单满生、方跃烽编写；第四篇由马婉仙、曹殿春编写，全书由陈尚迪修改定稿。

该书由武汉地质学院傅振家、西安地质学院施慧玲任主审；由施慧玲和武汉地质学院丁良华任责任编辑，在编辑过程中，不仅就文字进行了加工，在内容上也作了一些必要的修改。

编写过程中戈定一、李承德等提了许多宝贵意见，陈国勋、刘岫峰并分别对第一篇、第三篇作了修改。成都地质学院绘图室、照像室承担了绘图和照像工作。此外，叶荣、陈才生、董捷还协助完成了誊写工作。借此机会向上述同志和关怀过本教材的同志致诚挚谢意。

不妥和错误之处，敬请使用本教材的师生及其它阅读者批评指正。

编 者

1984.7.

目 录

绪 言

一、地质学研究的对象、任务及分科	1
二、地质学的特点及研究方法	1
三、《岩矿地质基础》课程在专业中的地位及意义	2

第一篇 地球及地质作用

第一章 地球	4
第一节 固体地球的形状及表面特征	4
一、地球的形状	4
二、固体地球的表面特征	4
第二节 固体地球的物理性质	8
一、地球的密度和压力	8
二、地球的重力	9
三、地球的温度	9
四、地球的磁性	10
五、地球的弹性	11
第三节 地球的构造	11
一、地球外圈构造	11
二、地球内圈构造	13
第四节 地球的物质组成	16
一、地球的化学成分	16
二、地壳的物质组成	17
第二章 地质作用概述	22
第一节 地质作用的概念及类型	22
第二节 外动力地质作用	24
一、风化作用	24
二、剥蚀作用	28
三、搬运作用	33
四、沉积作用	35
第三节 内动力地质作用	40
一、构造运动	40
二、地震	42
三、岩浆作用	43
四、变质作用	45
第四节 地质时代概念	45

一、相对地质年代的确定	46
二、同位素地质年代的测定	48

第二篇 矿 物

第一章 矿物和晶体的基本知识	49
第一节 矿物的概念	49
第二节 晶体的概念	49
第三节 表示晶体结构几何规律的图形——空间格子	51
第四节 晶体的基本性质	53
一、自限性	53
二、均一性	54
三、异向性	54
四、最小内能与稳定性	54
五、对称性	54
第五节 晶体的分类	55
第二章 矿物晶体化学基础	57
第一节 质点的种类	57
一、惰性气体型离子	57
二、铜型离子	57
三、过渡型离子	57
第二节 质点的大小	60
第三节 质点的排列方式	60
第四节 质点的配置	63
第五节 质点间的键及晶格类型	64
第六节 同质多象	67
第三章 矿物的化学组成	68
第一节 类质同象	68
一、类质同象的概念及类型	68
二、类质同象的条件	68
三、研究类质同象的意义	70
第二节 矿物中的水	71
第三节 胶体矿物成分特点	72
第四节 矿物化学式及其计算	73
一、矿物的实验式和结构式	73
二、矿物化学式的计算	74
第四章 矿物的形态	76
第一节 矿物的单体形态	76
一、矿物的结晶习性	76
二、晶体的理想形态和实际晶体	76
第二节 矿物晶体的规则连生形态	79

第二节 矿物的集合体形态	80
一、显晶集合体	80
二、隐晶及胶态集合体	81
第五章 矿物的物理性质和化学性质	83
第一节 矿物的物理性质	83
一、矿物的光学性质	83
二、矿物的力学性质	85
三、矿物的其它物理性质	86
第二节 矿物的化学性质	88
一、矿物的溶解性	88
二、矿物的氧化性	89
第六章 各类矿物特征	90
第一节 矿物的分类	90
第二节 自然元素	91
一、概述	91
二、主要矿物	91
第三节 硫化物及类似化合物	94
一、概述	94
二、主要矿物	95
第四节 卤化物	100
一、概述	100
二、主要矿物	101
第五节 氧化物及氢氧化物	102
一、概述	102
二、主要矿物	103
第六节 含氧盐	110
一、硅酸盐类	111
二、碳酸盐类	122
三、硫酸盐类	125
四、磷酸盐类	126
五、钨酸盐类	128

第三篇 岩 石

第一章 岩浆岩	129
第一节 一般概述	129
第二节 岩浆岩的物质组成	129
一、岩浆岩的化学成分	129
二、岩浆岩的矿物成分	132
三、岩浆岩中的矿物共生组合与化学成分的关系	132
第三节 岩浆岩的结构和构造	133
一、岩浆岩的结构类型	133

二、岩浆岩的主要构造类型	135
第四节 岩浆岩的产状	136
一、侵入岩的产状	136
二、喷出岩的产状	137
第五节 岩浆岩的分类	138
第六节 岩浆的演化	139
第七节 主要岩浆岩类型	141
一、超基性岩类橄榄岩—苦橄岩	141
二、基性岩类 辉长岩—玄武岩	142
三、中性岩类 闪长岩—安山岩 正长岩—粗面岩	144
四、酸性岩类 花岗岩—流纹岩 花岗闪长岩—英安岩	146
五、碱性岩类 霞石正长岩—响岩	148
六、脉岩类	149
第二章 沉积岩	150
第一节 沉积分异作用、成岩作用和后生作用	150
一、沉积分异作用	150
二、成岩作用和后生作用	151
第二节 沉积岩的基本特征	152
一、沉积岩的化学成分	152
二、沉积岩的矿物成分	154
三、沉积岩的结构、构造	154
四、沉积岩的颜色	156
第三节 沉积岩的分类及主要岩石类型	157
一、概述	157
二、正常沉积碎屑岩类	158
三、粘土岩（泥质岩）类	160
四、碳酸盐岩类	162
五、硅质岩类	163
六、火山碎屑岩类	164
第三章 变质岩	166
第一节 一般概述	166
第二节 变质作用的因素	166
一、温度	166
二、压力	167
三、具化学活动性的流体	167
第三节 变质岩的基本特征	168
一、变质岩的化学成分	168
二、变质岩的矿物成分	168
三、变质岩的结构、构造	169
第四节 变质作用类型及变质岩	171
一、变质作用类型	171

二、主要变质岩类	172
----------------	-----

第四篇 矿 床

第一章 矿床、矿石概述	178
第一节 矿产、矿床、矿体及矿石	178
一、矿产	178
二、矿床	178
三、矿体	178
四、矿石	178
第二节 矿石的基本特征	180
一、矿石的物质成分	180
二、矿石的结构构造	182
第三节 矿床的形成及分类	183
一、矿床的形成作用	183
二、矿床的成因分类	183
第二章 内生矿床	185
第一节 岩浆矿床	185
一、成矿作用概述	185
二、岩浆矿床的基本特征	186
三、铬铁矿矿床	187
四、钛-磁铁矿矿床	188
五、铜镍(铂)硫化物矿床	189
六、稀有稀土元素花岗岩矿床	190
第二节 伟晶岩矿床	192
一、伟晶岩矿床的基本特征	192
二、伟晶岩的成矿作用	193
三、花岗伟晶岩矿床	193
第三节 气水热液矿床	196
一、气水热液矿床的基本特征	196
二、气水热液矿床的形成作用	197
三、矽卡岩矿床	198
四、蚀变花岗岩铍、铌、钽矿床	200
五、碳酸岩矿床	200
六、热液钨、锡、铜、铅锌、铋、汞、金、铀矿床	200
第四节 火山岩矿床	204
一、火山成矿作用	204
二、含金刚石角砾云母橄榄岩矿床(原生金刚石矿床)	206
三、斑岩铜钼矿床	206
第三章 外生矿床	208
第一节 一般概述	208
第二节 风化矿床	208

一、风化矿床的基本特征	208
二、风化矿床类型	209
三、硫化物矿床的表生变化及次生富集	210
第三节 沉积矿床	211
一、沉积矿床的基本特征	211
二、沉积砂矿床	212
三、沉积铁、锰、铝、磷矿床	213
四、盐类矿床(蒸发沉积矿床)	217
五、煤矿床	218
第四章 变质矿床	220
第一节 变质矿床的基本特征	220
第二节 受变质矿床	220
一、变质铁矿床(鞍山式铁矿床)	221
二、变质磷矿床	222
第三节 变(质)成矿床	222
一、刚玉-红柱石矿床	222
二、石棉矿床	222
三、石墨矿床	223
第五章 矿产综合利用及矿产取样	224
第一节 矿产综合利用	224
一、矿产综合利用的意义	224
二、矿产的综合利用	224
三、加强矿产综合利用的研究	226
第二节 矿产的取样	226
一、化学取样要求	226
二、化学取样方法	227
主要参考书	229

绪 言

一、地质学研究的对象、任务及分科

地质学是研究地球的一门自然科学。它主要研究固体地球的物质组成、结构、构造、形成历史及变化规律等。当前地质学研究的重点在地球表层——地壳（或岩石圈）。

地质学的形成和发展与人类生产和生活密切相关。人们生活在地球上，从事各种生产活动，一切生活资料及生产资料都直接或间接取之于地球。例如，人类为了寻找、开发和利用地下矿产资源，从而研究矿产的形成及其分布规律，并研究地下资源的找寻、勘测和开采方法等，这些研究工作需要地质学知识指导，同时也为地质研究工作提供了丰富的实际资料。又如，人们为了兴建各种大型工程，认识和预防火山、地震、泥石流等自然灾害，开展环境保护等工作，也都需要以地质科学理论为指导，这些方面的研究工作，也都为地质科学的发展提供了宝贵资料。地质学的任务不限于认识地球，更重要的是开发、利用和改造地球，使它更好地为人类服务。

随着社会生产力、科学技术的发展和进步，地质学已发展为一门系统的自然科学体系。它包括下述几个方面的分科：

1. 研究地球的物质组成、分布及变化规律方面的学科有：矿物学、岩石学、矿床学、地球物理学和地球化学等；
2. 研究地球的结构和构造，地表形态及其变化规律，地球运动等方面的学科有：动力地质学、构造地质学、大地构造学、地质力学、地貌学等；
3. 研究地球形成历史及其演化规律方面的学科有：地史学、地层学、古生物学、古地理学、同位素地质年代学等；
4. 研究地球某些特殊性质和成分方面的学科有：地磁学、地震地质学、环境地质学、海洋地质学、放射性元素地质学、煤田地质学、石油地质学等；
5. 研究勘察、开发和利用地球资源及特性等的方法性学科有：矿产地质调查及勘探、地球物理勘探、地球化学探矿、探矿工程、遥感地质、水文和工程地质等等。

二、地质学的特点及研究方法

地质学不同于数学、物理学和化学等基础学科，它有自己的特点和研究方法，这是因为地质学研究的对象——地球是一个庞大而复杂的星体，它不仅有复杂的矿物、岩石和化学成分，而且有复杂的地貌形态和结构构造。地球从形成到现在已有约46亿余年的历史，在这漫长的演化历史中，其化学元素在不断地运移，矿物、岩石在不断地形成和变化，地壳结构构造和地表形态也在不停地变迁，各种有用矿产也在不断地形成和变化。引起各种变化的原因是地球的内外动力地质作用。各种地质作用是长期交错和重叠进行的，当今的地

球,就是这种长期作用的结果。人们对各种地质作用过程大都无法直接经历和观测,也是任何一个实验室所不能直接模拟和重现的。各种地质作用大多是长期缓慢进行的,它们引起地壳的物质运动和成分变化也是极缓慢的,如山脉的隆起,海陆的变迁等许多地质事件的发生和发展,往往要经历几十万、几百万、几千万年甚至几亿年才能显示出来。此外,地球各个地区的地质构造、物质组成、地貌形态、内外动力地质作用、自然地理条件,以及地质发展过程等也不尽相同,因而造成了地区间的差异性。在研究不同地区的地质事件、地质现象及地质产物时,不仅要注意各地区共同的地质特征,更要注意它们各自的不同特点。学习地质学时,必须认真建立起地质上的时空概念。

综合地质学研究的各项内容,可以明确看出地质发展的长期性、复杂性、区域性和大多数地质作用无法直接观测的特点。经过长期科学实践,地质人员针对上述特点,总结出自己一套独特的地质研究程序和方法。

第一、注意室外调查研究占有第一手资料 地质学研究对象在空间上是十分庞大而繁杂的。为认识和研究地球,掌握其变化和发展规律,首先我们必须进行野外实地调查,仔细观察和研究各种地质现象,详尽地收集各种实际资料,为正确全面的地质研究工作打下基础。

第二、详细的室内研究和鉴定工作 首先要对收集的各种原始资料进行全面系统的综合分析,结合近代的物理、化学等测试方法及计算手段,对有关的地质学问题进行定性和定量地的分析和鉴定。如测定矿物、岩石、矿石的物质成分;研究其物理、化学性质;鉴别古生物种属;探测矿物晶体内部结构;测定和计算地质作用过程的热力学条件等等。还可配合进行各种模拟实验,仿照实际地质环境,拟定可能的模式,在理想的条件下,近似地再造地质现象的形成过程。由于条件所限,模拟结果往往与实际情况有一定出入,但仍可对地质研究和思考提供一定的线索,近年来,这一工作已引起人们的广泛注意。

第三、推断解释 地质学研究的矿物、岩石以及各种地质现象,大多为几万年、几十万甚至几亿年以来的长期地质作用产物。我们不能够直接观察这些作用的全过程,因此,我们在对研究的有关地质问题进行推论解释时,常采用“将今论古”的方法。这种方法是从现今见到的各种地质和自然现象出发,将岩石中保存的地质作用遗迹,进行分析、归纳、演绎,从而得出较确切的推断和解释。例如,我们知道天然盐湖是在干旱或半干旱区由于强烈蒸发作用使盐分相对富集而形成的;泥炭是在沼泽中被埋藏在水下的植物等经过泥炭化作用而形成的。从而推断含有盐层或煤层的地层,是地质历史时期中在干旱气候条件下的湖泊和温湿的沼泽中形成的。人们发现火山岩与某些矿产呈有规律的伴生,因而推断地质历史时期的火山活动是控制某些矿产形成的地质作用等等。

必须指出,在地质研究工作中,根据地质现象逆推演化历史和“将今论古”的这种反序”方法是有局限性的,它常给问题带来多解性;另外有些重要的演化依据,可能已被破坏或变得面貌皆非,从而增了地质研究工作的难度。

三、《岩矿地质基础》课程在专业中的地位及意义

岩矿分析是地质研究工作的一个重要组成部分。其主要任务是利用先进的物理和化学测试手段,分析矿物、岩石、矿石的化学组分,精确测定有用及有害等组分在不同赋存状

态下的含量，从而为地质研究、寻找矿产、圈定矿体、计算矿石储量、综合评价矿床、拟定合理的开采方案等提供可靠的依据。因此，在地质工作的各个阶段都要进行许多相应的岩矿分析，故有人把岩矿分析比做“地质工作的眼睛”，这是有一定道理的。

《岩矿地质基础》课是岩矿分析专业的一门地质基础知识课程。它主要介绍地球及地质作用；矿物、岩石、矿石的概念，以及它们的物质组成及变化规律；元素及矿物的共生组合、及其赋存状态等有关知识；以及成岩成矿的一些基本理论。并要求学生认识一定数量的常见矿物、岩石及矿石。

通过本门课程的学习，使学生掌握最基本的地质知识。在进行岩矿分析时，能够考虑地质工作的要求，选择测定方法，拟定分析方案，并能从地质角度来审查分析结果，初步判断影响分析数据可靠性的地质方面原因，从而把岩矿分析工作与地质研究工作紧密结合起来，这对提高地质分析工作质量是很重要的因素。

我国领土辽阔广大，蕴藏着非常丰富的矿产资源。很多矿产（如钨、锡、锑、钼、铋、稀土、硼矿等）储量居于世界首位；还有一些金属和非金属矿产储量也名列前茅；同时，还有不少矿产有待进一步查明。这些地下宝藏都是我国四个现代化建设必不可少的物质基础。为了我们伟大祖国的社会主义建设和加速四个现代化的进程，需要我们尽快地发现和查明各种急需的矿产资源，如富铜、富铁、铬、铂、金刚石、金、钾盐、石油、天然气等等。这是摆在地质战线广大地质科技人员和岩矿分析人员面前的艰巨而光荣的任务。

第一篇 地球及地质作用

第一章 地 球

第一节 固体地球的形状及表面特征

一、地球的形状

十九世纪以来，人们普遍认为地球是一个赤道部分稍大，两极稍小的扁球体（即旋转椭球体）。近年来，根据人造卫星轨道变化的研究测算，地球的形状并不是一个标准椭球体。其形态很不规则，是一个略呈梨形的形体，称地球体（图1—1）。

1975年，国际大地测量学和地球物理学联合会公布的有关地球几何形状的数据如下：

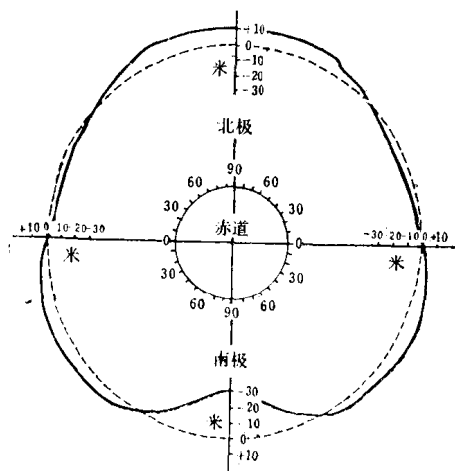


图 1—1 梨形地球体剖面（实线）与旋转椭球体剖面（虚线）关系示意图
（据D. G. King-Hele等1969）

赤道半径 (a)	6378.140km
两极半径 (c)	6356.755km
平均半径 $R = (a^2c)^{1/3}$	6371.004km

$$\text{扁率} \frac{a-c}{a} = 1/298.257 = 0.0033528$$

$$\text{赤道周长 } 2\pi a = 40075.036\text{km}$$

$$\text{子午线周长 } 2\pi c = 39940.670\text{km}$$

$$\text{表面积 } 4\pi R^2 = 510064471.9\text{km}^2$$

$$(\text{约} 5.1 \times 10^8 \text{km}^2)$$

$$\text{体积 } \frac{4}{3}\pi R^3 = 1083206900000\text{km}^3$$

二、固体地球的表面特征

地球表面海陆并存，高低起伏不平（图1—2）。大陆面积为 $1.49 \times 10^8 \text{km}^2$ ，占地球表面积的29.2%，多集中在北半球。海洋面积为 $3.61 \times 10^8 \text{km}^2$ ，占地球表面积的70.8%，主要集中在南半球。地球上最高的地方是我国的珠穆朗玛峰，海拔8848.13米。最低的地方是太平洋西部马里亚纳群岛东侧的马里亚纳海沟海沟，低于海平面11033 m。地表最大高程差近20km（图1—3）。陆地和海底的地面形态各具有不同的特点，现将陆地和海底各类地形形态简要介绍如下：



图 1—2 地球的卫星照片

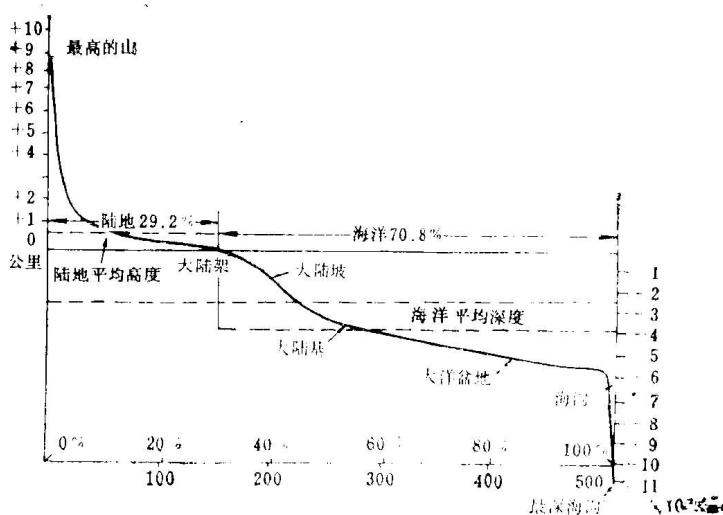


图 1—3 地球表面高程分带图

(一) 陆地地形

陆地根据高程和地形可分为山地、丘陵、高原、平原、盆地、洼地、裂谷等单元。

1. 山地

海拔高程在500m以上，地势起伏很大的地区称山地或山区。又分低山（海拔500—1000m），中山（海拔1000—3500m）和高山（海拔超过3500m）。呈线状延伸山岭的组合体称为山脉。如昆仑山脉、喜马拉雅山脉等。

2. 丘陵

海拔高程在500m以下，相对高差不超过200m的小山丘地区称丘陵。如我国的川中丘陵、辽东丘陵等。

3. 高原

海拔高程在600m以上，表面较为平坦或稍有起伏的广阔地区称高原，如蒙古高原，

青藏高原等。

4. 平原

海拔高程600m以下，一般低于200m，地表平坦或稍有起伏的宽广地区称平原，如华北平原、长江中下游平原等。

5. 盆地

四周为高山或山地，中间低平的盆形地区称盆地，如四川盆地、柴达木盆地等。

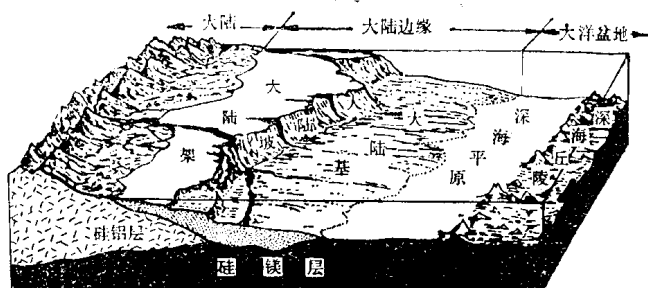


图 1—4 大陆边缘及大洋盆地地形示意图

6. 洼地

高程在海平面以下的低洼地区称洼地，如吐鲁番盆地中的克鲁沁洼地。

7. 裂谷

陆地上呈线状分布的巨型裂隙，称裂谷。地壳在这些地方被断开，形成两壁陡峭，宽约几十公里的深谷如著名的东非大裂谷，长约6500km。

(二) 海底地形

海底地形也是复杂多样的，有些景象甚至比大陆更为宏伟壮观。按地形特征分为大陆边缘、大洋盆地（图1—4）、岛弧和海沟、洋脊等单元。

1. 大陆边缘

大陆与大洋盆地之间被海水淹没的部分统称大陆边缘，其面积占海洋面积的22.3%，包括大陆架、大陆坡、大陆基、海沟和岛弧。

(1) 大陆架

大陆架是指靠近大陆的浅海平台。其坡度小于 0.3° ，水深一般不超过200m；宽度各地不等，欧亚大陆的北冰洋沿岸，大陆架宽度可达1000km，而日本列岛的大陆架宽度仅4—8km，有的地区甚至缺失。我国大陆架的宽度可达100km到500km以上，是世界上最宽广的大陆架之一。

(2) 大陆坡

大陆坡是指大陆架外缘至深海海底坡度变陡的斜坡地带。平均坡度为 3° ，最大坡度可达 20° 以上，水深各地不一，从200m到3000m不等。平均宽度为20—40km。大陆坡上常有许多两岸陡峻的“V”形海底峡谷，有的峡谷横切大陆架与现代河口相连。在海底峡谷的尽头常有巨厚的扇形堆积物，称为水下冲积锥。由冲积锥和其它作用堆积在大陆坡脚下的碎屑物质相互连接，形成从大陆坡向大洋盆地逐渐过渡的坡度比较平缓的地带，称为大陆基或称大陆裙。

2. 大洋盆地

大洋盆地是指大洋底部比较宽阔而又平坦的区域。它是海洋的主体，占海洋面积的43.4%，平均深度4000—5000m，其中还可分出象深海丘陵、深海平原、海山等次一级的海底地形单元。

3. 海沟和岛弧

岛弧是指沿海洋边缘地带延伸很长呈弧形排列的列岛，它的形成，大多与火山活动有关，如太平洋北部和西部的阿留申群岛、千岛群岛、日本群岛、琉球群岛、菲律宾群岛、马里亚纳群岛等。它们连接起来，其外形大多数呈弧形展布，故称岛弧。岛弧靠大洋一侧常发育有很深的狭长凹槽，称为海沟。其宽约几公里，深度超过6000米，延伸几千公里。海沟和岛弧常平行排列相伴而生。

4. 洋脊

洋脊是指遍及各大洋底部，贯穿在大洋盆地之中延伸可达数万公里的海底山脉。洋脊宽约1000—3000km，高出海底约2—3km。大西洋（图1—5）、印度洋、北冰洋的洋脊位于大洋中央部位，常被称为洋中脊。洋脊中常有明显的深谷，其深达1—2km，宽约数十至数百公里，称为中央裂谷（图1—6）。太平洋洋脊不是位于大洋中央而是偏于太平洋东部，其洋脊中央无裂谷，为区别起见，把这种洋脊称为洋隆。



图 1—5 大西洋海底地貌图