

石油大学出版社

地质学基础

石玉章 杨文杰 钱峥 编



高等学校教学用书

地质学基础

石玉章 杨文杰 钱峥 编

石油大学出版社

1
2
3
4
5
出

内 容 提 要

本书是石油高等院校石油工程专业地质学基础课程的统编教材。根据专业要求,本书简明扼要地叙述了地质学科的基本知识和基础理论,反映了该学科领域近20年来的新进展。

全书共分七章:第一章地球概述,第二章地质作用,第三章矿物、岩浆岩及变质岩,第四章沉积岩,第五章沉积相,第六章地层,第七章地质构造。

本书可供石油高等院校非石油地质专业地质基础课教学应用,也可供相关专业的科研、生产人员参考。

地质学基础

石玉章 杨文杰 钱峰 编

*

石油大学出版社出版发行

(山东省东营市)

新华书店经销

山东省东营新华印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 18印张 459千字

1996年2月第1版 1996年2月第1次印刷

印数 1—1500册

ISBN 7-5636-0827-3/TE·169

定价:14.30元

前 言

为适应我国石油工业培养石油工程专业人才的需要,根据中国石油天然气总公司教学指导委员会 1992 年 6 月基础地质学科组会议的决定,编写“地质学基础”教材,由石油大学和西南石油学院共同承担。

本教材是在两院校使用多年的自编教材的基础上,结合历年教学实践经验,重新编写的。主要由七位教师参与编写。具体分工如下:

- 绪 论 石玉章(石油大学)
- 第一章 地球概述 秦启荣(西南石油学院)
- 第二章 地质作用 杨文杰 陈晓志(西南石油学院)
- 第三章 矿物、岩浆岩及变质岩 石玉章 马在平(石油大学)
- 第四章 沉积岩 钱崢(石油大学)
- 第五章 沉积相 钱崢(石油大学)
- 第六章 地层 邓涛(西南石油学院)
- 第七章 地质构造 秦启荣(西南石油学院)

另田海芹、王留奇(石油大学)曾参与了部分编写工作。全书由石玉章、杨文杰、钱崢任主编。

本书编写中,在遵循“少而精”的原则和保持地质科学系统性的前提下,力求联系我国实际加强对专业的针对性。书稿在两个编写单位自审的基础上,又经石油大学刘孟慧教授审阅,特此深表谢意。本书在编写和出版过程中,得到了有关单位的大力协助和支持,在此一并致谢。

由于本书内容涉及面广,编者水平所限,不当与疏漏之处,敬请使用本教材的师生及读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 地球概述	3
第一节 地球的表面特征	3
一、地球的形状和大小	3
二、固体地球表面的形态特征	4
第二节 地球的主要物理性质	7
一、地球的密度和压力	7
二、重力	7
三、地磁	8
四、地电	9
五、放射性	10
六、地热	10
七、地球的弹塑性	11
第三节 地球的结构	11
一、地球外圈及其主要特征	12
二、地球内圈及其主要特征	14
第四节 地壳的物质组成	16
一、地壳的化学成分	16
二、矿物	17
三、岩石	17
第二章 地质作用	18
第一节 概述	18
一、地质作用的一般概念	18
二、地质作用的能量来源	18
三、地质作用的类型	18
第二节 内动力地质作用	20
一、地壳运动	20
二、地震	22
三、岩浆作用	26
四、变质作用	33
第三节 外动力地质作用	38
一、风化作用	38
二、河流的地质作用	42
三、地下水的地质作用	48
四、海洋的地质作用	53

五、冰川的地质作用	57
六、风的地质作用	59
第三章 矿物 岩浆岩与变质岩	62
第一节 矿物	62
一、矿物、晶体和非晶体的概念	62
二、矿物的化学成分	63
三、矿物的形态	65
四、矿物的物理性质	69
五、矿物分类、命名及主要矿物种类介绍	73
第二节 岩浆岩与变质岩	94
一、岩浆岩	94
二、变质岩	105
三、变质岩的主要岩石类型	109
第四章 沉积岩	115
第一节 沉积岩的形成过程及其分类	115
一、沉积岩的形成过程	115
二、沉积岩的分类	119
第二节 沉积岩的一般特征	120
一、沉积岩的化学成分	120
二、沉积岩的矿物成分	121
三、沉积岩的颜色	121
四、沉积岩的结构	122
五、沉积岩的构造	122
六、沉积岩层理的基本类型	123
第三节 陆源碎屑岩	126
一、碎屑岩的一般特征	126
二、砾岩和角砾岩	133
三、砂岩	134
四、粉砂岩	137
五、粘土岩	137
第四节 火山碎屑岩	139
一、火山碎屑岩的特征	140
二、火山碎屑岩的分类及各类特征	141
三、火山碎屑岩的成因类型及其标志	143
第五节 碳酸盐岩	144
一、碳酸盐岩的一般特征	144
二、碳酸盐岩的结构成因分类及主要岩石类型	147
三、碳酸盐岩的地质分布及实际意义	150
第六节 硅质岩、蒸发岩、煤及油页岩	151
一、硅质岩	151

二、蒸发岩	152
三、煤及油页岩	155
四、其它沉积岩类	157
第五章 沉积相	161
第一节 概述	161
第二节 山麓—洪积相	162
一、概述	162
二、冲积扇的沉积类型	162
三、洪(冲)积扇亚相类型及其相组合	164
四、洪积相与油气的关系	164
第三节 河流相	164
一、概述	164
二、河流相沉积的一般特征	166
三、河流相的亚相类型	167
四、河流沉积的多阶性	170
五、河流标准相层序	170
六、河流相砂体与油气的关系	171
第四节 湖泊相	172
一、湖泊环境的一般特征及其分类	172
二、碎屑湖泊相的一般特征	172
三、碎屑湖泊相的亚相类型	173
四、湖泊相组合及其与油气的关系	174
第五节 三角洲相	174
一、三角洲的形成及分类	175
二、三角洲相亚相的类型及其特征	176
三、三角洲相组合及其与油气的关系	177
第六节 海岸相	179
一、海相组的划分	179
二、无障壁海岸沉积相	179
三、障壁海岸沉积相	181
四、海岸沉积相与油气的关系	183
第七节 重力流沉积	183
一、沉积物重力流的概念及类型	184
二、重力流的形成条件	185
三、浊积岩的特征	185
四、浊流方向的判断	187
五、浊积岩与油气的关系	187
第八节 碳酸盐岩沉积相	188
一、现代碳酸盐岩的沉积环境	188
二、碳酸盐岩沉积相的划分	192

第六章 地层	196
第一节 地层时代的概念和确定方法	196
一、地层的划分和对比方法.....	196
二、地层单位与地质年代表.....	199
三、地层的构造分析.....	201
四、稳定地区和活动地区.....	201
第二节 前寒武纪	204
一、前寒武纪的划分及一般特征.....	204
二、华北——东北南部地区的前寒武系.....	206
三、中国南部地区的前寒武系.....	207
四、中国西部地区的前寒武系.....	208
五、前寒武纪地壳构造的演化.....	209
六、前寒武纪的矿产.....	210
第三节 古生代	210
一、早古生代.....	210
二、晚古生代.....	217
第四节 中生代	224
一、中生代的生物界.....	224
二、中国的三叠系.....	225
三、中国的侏罗系、白垩系.....	228
四、中国中生代的构造运动.....	229
五、世界中生代的地史.....	230
六、中生代的矿产.....	232
第六节 新生代	232
一、新生代的生物界.....	232
二、中国东部的新生界.....	234
三、中国西部的新生界.....	236
四、世界新生代的地史.....	238
五、新生代的矿产.....	238
第七章 地质构造	240
第一节 层状岩石的产状及其接触关系	240
一、岩层的产状.....	240
二、地层接触关系.....	247
第二节 褶皱构造	250
一、褶皱和褶皱要素.....	250
二、褶皱的形态描述.....	251
三、褶皱的产状类型及其组合型式.....	252
四、褶皱的观察和研究.....	257
第三节 断裂构造	259
一、节理.....	259

二、断层	263
第四节 含油气盆地构造单元的划分	272
一、一级构造单元	272
二、二级构造单元	273
三、三级构造单元	273
第五节 大地构造学说简介	273
一、地槽——地台学说	274
二、地质力学	275
三、板块构造学说	275
主要参考文献	278

绪 论

一、地质学的研究对象和任务

地质学是以地球为研究对象的一门自然科学。当前,地质学主要是研究固体地球的表层—岩石圈,研究其物质组成,形成,分布及演化规律;研究地球的内部结构,地表形态及其发展变化的规律性。

人类生活在地球上,生产及生活资料都取自地球,众所周知,对矿产资源(包括能源及农业用矿物肥料),研究其形成和分布的规律性是关系其能否合理开发利用的依据;对一些基础设施建设如道路、桥梁、水坝等,无一不需要地质勘查资料;许多自然灾害如地震、火山爆发,泥石流等均属地质现象,加强地质研究准确测报,可减小灾害损失。我国幅员辽阔,由地质作用所形成的自然景观,有许多是可供开发的旅游资源。

随着人类的生产活动和科学技术的发展,地质学也逐渐建立和形成了许多分支学科,发展成为一个完整的学科体系。现按其研究内容和任务的不同,将主要的分支学科简要作一介绍。

1. 研究地球(主要是岩石圈)物质组成及其变化规律的有结晶学,矿物学,岩石学等。
2. 研究地球结构,地壳运动及地表形态形成发展变化规律的有构造地质学,大地构造学,地貌学等。
3. 研究地球形成历史演变规律性的有地史学,地层学,古生物学等。
4. 研究各种矿产形成分布规律及对其调查勘探的理论和方法的学科有矿床学,石油天然气地质学,水文地质学,找矿勘探地质学等。
5. 研究防范灾害,保护环境及利用环境方面内容的学科有地震地质学,环境地质学及旅游地质学等。

地质学的发展必须利用其它学科的理论与方法,如地质学与物理学结合,形成地球物理学,与化学结合形成地球化学,其它如地质力学,数学地质和遥感地质等。正是由于各学科间的交叉与渗透,拓宽了地质学的研究领域,丰富了研究方法,对推动地质学的发展起着重要作用。

二、地质学的特点及研究方法

地球是一个庞大而复杂的星体,在地质学的研究方法上应考虑到研究对象的地域差异巨大,经历时间悠长,地质过程复杂的特点。

目前人类以各种手段所能直接观察到的只是岩石圈的上部,深度不超过 15km,深部情况多是根据地表现象和地球物理方法所获信息加以推断。无论在地表还是在地下的各个部位,在物化条件和演变特点上均有差异。地球形成已有 46 亿年,岩石圈最古老的岩石为 38 亿年,在漫长的发展历史中,发生过许多重要的地质事件如海陆变迁,山脉崛起,海底扩张等,这些地质事件的发生和延续时间很长,一般以百万年为计量时间的单位,如喜马拉雅山脉,自海底崛起至今约有 25 百万年。有些地质事件表现时间虽很短,如火山爆发、地震,但其都有一个漫长的积蓄能量的过程。地质作用过程是很复杂的,既有无机界的物质运动,也有有机界的物质运动,包括化学的,物理的,生物的多种运动方式,如地表岩石的风化作用,既有机械破碎,化学分解,也有生物的风化作用。地表处常温常压环境,但在地下随深度增加,温度压力升高,其物质状态

及运动与地表有巨大差异。加之,空间广阔,时间悠长的地质背景,就使地质作用过程更加复杂化了。

基于上述特点,地质学有其相应的研究方法。首先是观察野外地质现象,这是研究地质学的一项基础工作,观察要系统,全面地进行,既有地面的,也要有地下的,尽可能获取真实、准确的资料;同时要认真收集和借鉴前人的工作成果,以期在此基础上深化研究,取得新成果,而不致重复前人的工作。其次是在室内进行综合分析,充分利用各种实验技术手段,检验和深入野外观察所得的认识;对需要验证的问题,有时需依仿地质条件进行模拟实验,在一定程度上再现地质作用过程,取得数据资料,这有助于对地质现象和地质作用的深入了解。地质作用过程漫长而复杂,模拟实验也难以满足复杂多变,历时漫长的自然条件,因此,在地质学的研究方法中“将今论古”的历史比较法得到了广泛应用。根据“现在是认识过去的钥匙”的基本思想,历史比较法的实质是以观察研究现代地质作用特征为基础,去推断地质历史中发生的地质作用过程。当然,历史比较法不意味着现在是过去的机械重复,作简单类比,而应考虑各方面资料进行综合分析。例如,现代的海百合生活于深海中,但在地质历史中却与典型的浅海生物造礁珊瑚生活在一起。

地质学研究方法始终要坚持以辩证唯物论为指导,地质现象是复杂的,研究中必须综合考虑各种影响因素和条件及其相互关系;必须以发展变化的观点分析论证。

地质学具有很强的实践性,研究中要理论联系实际,在不断实践探索中深化认识,完善和充实理论。

三、地质学基础课的任务和内容

地质学基础是石油工程专业必修的专业基础课,其任务是为后续课(石油地质,测井解释,油层物理)及专业课(钻井工程,采油工程,油藏工程)奠定地质学的基本理论,基本知识,基本技能的基础—这是学好后续课及专业课的前提,也是今后工作的需要。

根据石油工程专业教学计划的要求,地质学基础课程内容包括:地球概述,地质作用,矿物、岩浆岩与变质岩,沉积岩,沉积相,地层,地质构造等七个部分。

石油与天然气储存于深埋地下的岩石孔隙,裂隙之中形成油气藏,油气藏作为含有油气的地质体是石油工程和应用地球物理专业主要的研究对象,专业所涉及的各项工.作都是在地质研究和地质资料的基础上进行的,同时,这些专业的工作又是对地质研究的检验和深化。由此可见,掌握地质知识越丰富,在专业工作中就越有成效。

四、关于本课程教学的几点建议

1. 本课程内容涉及的基本概念多,叙述描述性内容多,教学中既要启发学生思考,理解,也需在此基础上的适当记忆。

2. 地质学实践性强,一定要安排矿物,岩石,化石及制图的实践教学环节,以增加感性认识,巩固课堂知识;一定要安排野外地质实习,以增强观察分析地质现象的能力和方.法,为分析地下地质情况打下基础。

3. 为适应专业内各不同专业方向的需要,使用教材时可适当增删,有所侧重,或另增设选修课以拓宽和深化。

第一章 地球概述

浩瀚的宇宙,无边无际。天文学家通过最现代化的观测手段在大约 36×10^9 光年的范围内已观察到 10 亿个以上的星系(但这远不是宇宙的全部),而银河系仅是其中的一个;银河系有包括太阳在内的 1400 多亿颗恒星,它们形成一个“饼”状旋转体,其直径大约为 1×10^5 光年;太阳系位于银河系之中,距银河系中心有 3.2×10^4 光年。

太阳系有一个恒星,即太阳,周围有九大行星(自内向外依次是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星)围绕着它旋转,它们的轨道都呈椭圆形,太阳则位于这些椭圆的一个焦点上;此外,太阳系中还有 33 颗围绕各个行星旋转的卫星、数千颗小行星和 10 多万颗彗星等。太阳系的直径大约 118 亿 km。地球是离太阳较近的一颗行星,它有一个卫星,即月球。

第一节 地球的表面特征

一、地球的形状和大小

固体地球的表面崎岖不平,其大部分为海水所覆盖。为便于测算,以平均海平面通过大陆延伸所形成的封闭曲面(即大地水准面)作为参考面,地球的形状和大小就是指大地水准面的形态和大小。国际大地测量和地球物理协会于 1975 年公布了修订的地球参数如下:

赤道半径(a)	6378.140km
两极半径(c)	6356.755km
平均半径(R)	6371.004km
扁平率((a-c)/a)	1/298.257
赤道周长($2\pi a$)	40075.36km
子午线周长($2\pi c$)	39940.670km
表面积($4\pi R^2$)	510070100km ²
体积($4/3\pi R^3$)	1083157900000km ³

以上参数可勾绘出一个长、短半径相近的椭圆,再绕地球轴回转一周则可得到一个旋转椭球体;而地球的实际形状与该椭球体稍有差异,地球的南、北两半球并不对称,北极凸出约 10m,南极凹进约 30m,中纬度在北半球稍凹进,而在南半球稍凸出(不到 10m),看似一个梨形(图 1-1 是该形状的夸大示意图)。

地球的外形是其内部特征的反映。

第一,地球接近于旋转椭球体,说明地球具有一定的塑性,是地球自转离心力作用的结果。

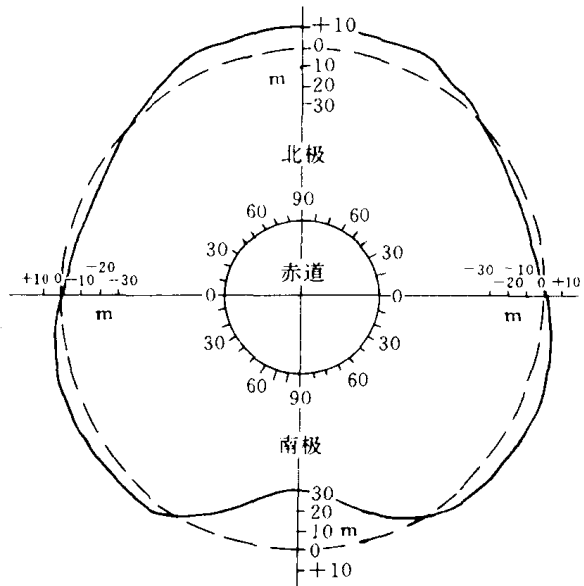


图 1-1 大地水准面的平均子午线剖面(实线)与扁平率为 1/298.25 的理想旋转椭球体(虚线)的关系

第二,地球的实际外形与旋转椭球体并不完全重合,说明地球内部物质是不均匀的。

二、固体地球表面的形态特征

地球固体外壳表面高低不平,以平均海平面为界,分为海洋和大陆两大地理单元。海洋的总面积为 $3.61 \times 10^8 \text{km}^2$,占地表面积的 70.8%;其平均深度为 -3729m ,最深处是西太平洋的玛丽亚纳海沟(-11034m)。大陆面积为 $1.495 \times 10^8 \text{km}^2$,占地表面积的 29.2%;平均海拔高度为 875m ,最高的是珠穆朗玛峰,其海拔高度为 8848m (1994年8月最新测量数据为 8846.27m 图 1-2)。

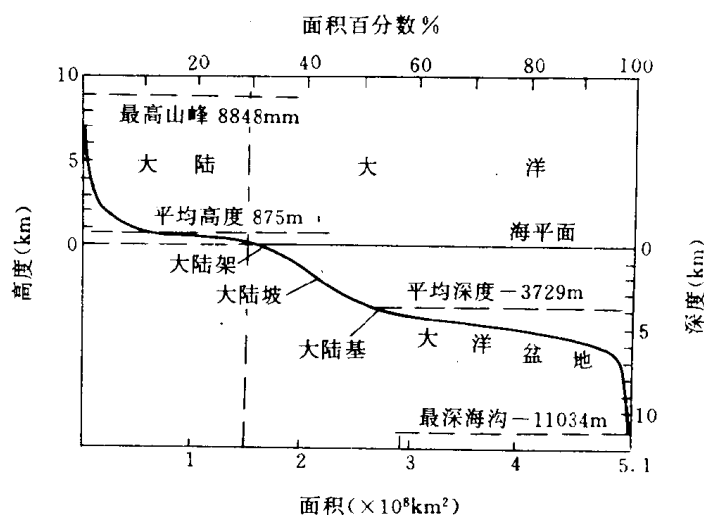


图 1-2 海陆起伏曲线图

(一) 大陆地表的形态

陆地地形十分复杂,按照高程和起伏特征,可分为以下主要单元:

1. 山地

海拔高度在 500m 以上,地形起伏高差在 200m 以上的地区叫山地或山岳,其分类见表 1-

1:

表 1-1 山岳分类

名称	海拔高度(m)	切割深度(m)	举例
极高山	>5000	>1000	喜马拉雅山脉主体
高山	$5000 \sim 3500$	$1000 \sim 500$	昆仑山脉等主体
中山	$3500 \sim 1000$	$500 \sim 200$	秦岭、大巴山脉主体
低山	$1000 \sim 500$	$200 \pm$	中、高山的较低部分

(据中科院地理所,有修改)

呈线状延伸的山地叫山脉,在成因上相联系的若干相邻的山脉总称山系。世界上有许多著名的山脉,如南、北美洲西缘的海岸山脉、亚洲的喜马拉雅山脉、欧洲的阿尔卑斯山脉等(图 1-3)。

2. 丘陵

丘陵为大陆地表海拔高程在 500m 以下,切割深度不超过 2000m (一般为数十米)的起伏地形。如川中丘陵、东南沿海丘陵等。

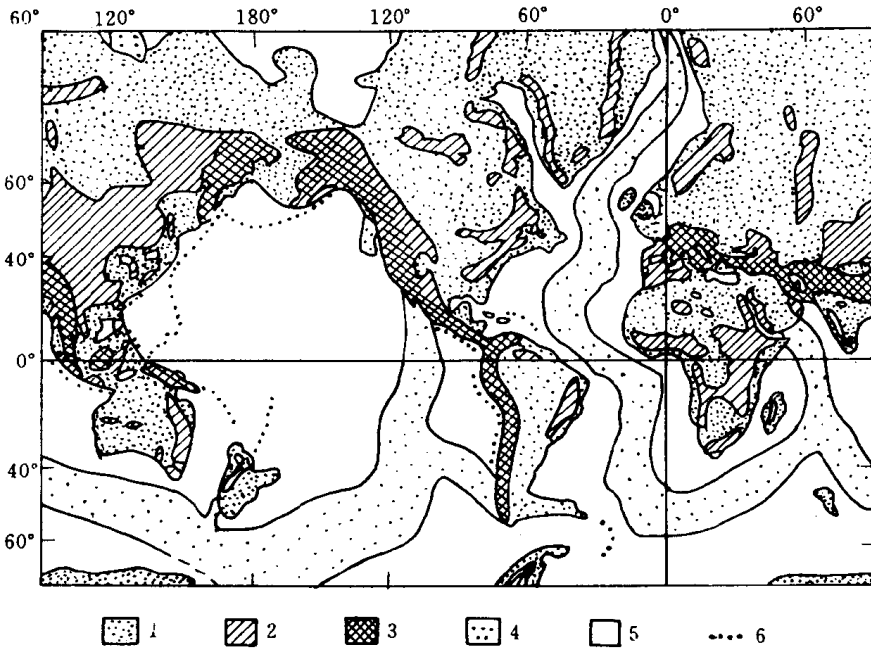


图 1-3 地球表面的主要特征

(据 P. J. 怀特《地球是怎样活动的》,1975)

1—高原、平原丘陵为主;2—山地为主;3—年青的山脉;4—洋脊;5—大洋盆地;6—海沟

3. 平原

平原是面积广阔、地势平坦或略有起伏、海拔高程在 600m 以下的地区。如我国的华北平原、松辽平原、长江中下游平原等。

4. 高原

高原是海拔在 600m 以上,地势较为平坦或有一定起伏的广阔地区。如我国的青藏高原、云贵高原等。

5. 盆地

四周是山地或高原、中央相对凹下且较平坦(平原或丘陵)的地形称盆地。如四川盆地、塔里木盆地、柴达木盆地等。

6. 裂谷系统

裂谷系统是大陆上的一些规模宏伟的线状低洼谷地,其延伸可达数千公里,宽仅数十公里,两壁(或一壁)为断崖。如世界上著名的东非大裂谷(图 1-4)为一系列峡谷和湖泊组成,全长 6500 多公里。

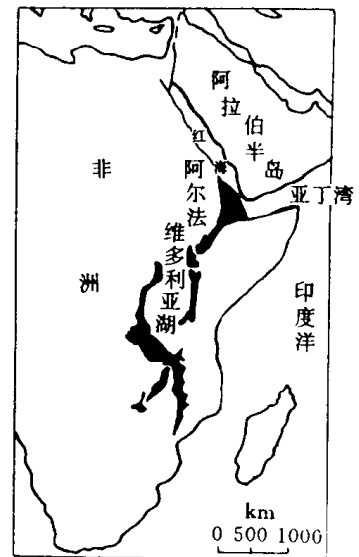


图 1-4 东非裂谷示意图

(引自霍姆斯,1975)

(二) 海底地表的形态

海底面积约占地球表面面积的 71%。大量的海底考察表明:海底地形或洋底地形与陆地地形类似,有比大陆更广阔平坦的平原,也有更险峻、宏伟的山脉和陡深的峡谷,但形态相对简单。根据地形特征和位置,海洋中主要有以下地形单元(表 1-2):

表 1-2 海洋底地形单元

地形单元	面积(10 ⁶ km ²)	占海洋面积%	占地球面积%
大陆边缘	55.4	15.3	10.9
大陆基	19.2	5.3	3.8
岛弧-海沟	6.1	1.7	1.2
洋盆	157.2	43.5	30.8
洋脊和海岭	124.0	34.2	24.2

(引自《地质矿产研究》,1974)

1. 洋脊和海岭

一般海底的山脉叫海岭。贯穿洋盆,呈线状延伸几千公里的海岭,其顶部有中央裂谷的称洋脊或洋中脊;顶部无明显中央裂谷的称为洋隆。

洋脊一般都是正在活动的海岭,经常发生地震。洋脊或洋隆宽可达 1000~200m,高出海底 2000~4000m。每个大洋底都有一个;其中,太平洋底为洋隆,其余三大洋底都为洋脊;各大洋的洋脊或洋隆互相连接,主干洋脊从北冰洋经大西洋进入印度洋,然后横跨南太平洋进入北美洲西海岸的加利福尼亚湾,全长近 65000km,占地球表面积的四分之一,是地球上最大的地形和地质单元。

2. 大洋盆地

大洋盆地(简称洋盆)是地球表面的最大洼地,约占海底面积的一半,一般水深为 4000~5000m,平均水深 3700m。洋盆中表面极为平坦的部分称为深海平原,其坡度一般只有万分之几,最大不超过千分之一。洋盆中连绵起伏的小山丘叫深海丘陵,多为馒头状或覆盆状,相对高度仅数十至数百米。

3. 海山

海山是洋底上孤立的隆起地形,其高度大于 1000m,一般多呈圆锥状,边坡较陡。如果大的海山顶端露出水面,则成为岛屿,绝大多数海山都是由海底火山形成的。有的海山顶部平坦,叫平顶海山,一般认为平顶海山是高度在海平面附近的海山,其顶部被风化剥蚀和海水冲蚀夷平后,由于区域性下沉淹没于水中而形成的。

4. 岛弧与海沟

岛弧是呈弧状分布的火山列岛,它延伸距离长达数百到数千公里,常发育于大陆架的边缘。如太平洋中的阿留申、日本、菲律宾、印度尼西亚岛弧带。岛弧靠大洋一侧常发育有深度超过 6km 的长条形陆地,叫海沟,西太平洋边缘的马里亚纳海沟是世界上最深的海沟,深度超过 11km;海沟很窄,宽度一般小于 100km,但延伸可达数千公里。

岛弧和海沟合称岛弧-海沟系。

5. 大陆边缘

大陆边缘是大陆和大洋盆地之间的连接地带,占海底总面积的五分之一左右,它主要包括:大陆架和大陆坡。

(1) 大陆架

大陆架也叫陆棚,是紧靠大陆分布的浅水台地,是大陆在水下的自然延伸部分。表面平坦,坡度一般小于 0.1°。外缘有坡度明显变陡的坡折线,平均水深 133m,最深可达 500m,一般是指水深在 200m 以内的水域。平均宽度 75km,我国的大陆架宽度由 100km 到 300km 以上不等。

如渤海、黄海均为大陆架,水深分别为 18m、44m;东海大陆架最宽处 560km,水深 70m;南海大陆架最宽处为 278km,水深 55m。

(2) 大陆坡

大陆坡是在大陆架外缘转向深海海底、坡度较大的地带。其平均坡度为 4.3° ,最大可达 20° ,平均宽度只有 28km,坡脚深度为 1400~3200m。

大陆坡在一些地方被通向深海底的深海“V”形峡谷所切割。这些海底峡谷深达数百米,两壁陡峭,坡度可达 45° 以上。大多数深海峡谷是由在近海底形成的含大量悬浮碎屑物质密度比一般海水大的浊流冲蚀而成的。

第二节 地球的主要物理性质

一、地球的密度和压力

(一) 密度及其变化

根据万有引力公式推算出地球的质量是 $5.976 \times 10^{27}g$,然后除以地球的体积得到它的平均密度为 $5.52g/cm^3$ 。但地表岩石的平均密度仅为 $2.7 \sim 2.8g/cm^3$,由此可推测,地球内部的物质应具有更大的密度。根据地震波速变化的计算结果,也证实如此。如图 1-5 所示:地球的密度随深度的增加而增大,但增长不均匀,在大约 400、650、900、2900、4640km 深度处变化较明显,其中以 2900km 处变化最大。到地心密度可达 $13g/cm^3$ 。

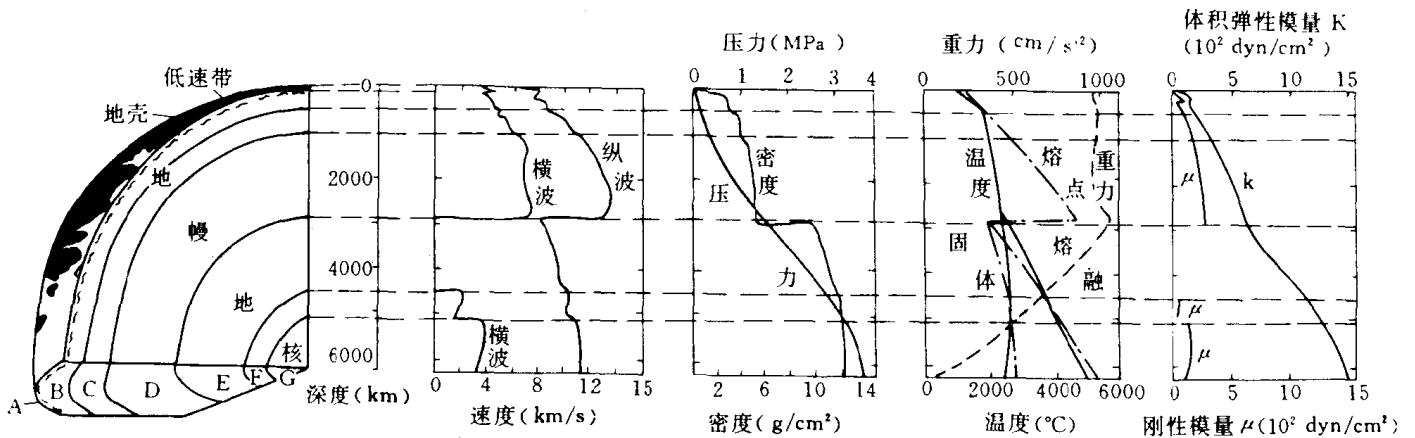


图 1-5 固体地球的物理性质随深度变化曲线图

(二) 压力及其变化

地球内部的压力主要是指静压力,它是由地球本身的物质重量引起的。地球内部的压力基本上是随深度的增加而增大,在地表以下 11km 处的压力约为 10kPa,33km 处为 12kPa,在 2885km 处为 1325kPa,地心处估计高达 3600kPa。

二、重力

地球上某处的重力是该处所受地心引力和地球自转产生的离心力的合力(图 1-6A)。根据万有引力定律可知,地表某处物体所受的地心引力 F 与物体的质量成正比,与距地心的距离即地球半径的平方成反比;因此,地心的引力在赤道附近最大,在两极最小,为零(图 1-6B);但离心力比地心引力小得多,即使赤道的离心力,也只有该处地心引力的 $1/289$ 。综上所述,地表的重力随着纬度的增高而增大(根据计算和实测,在赤道海平面上的重力为 $978.0318cm/s^2$,

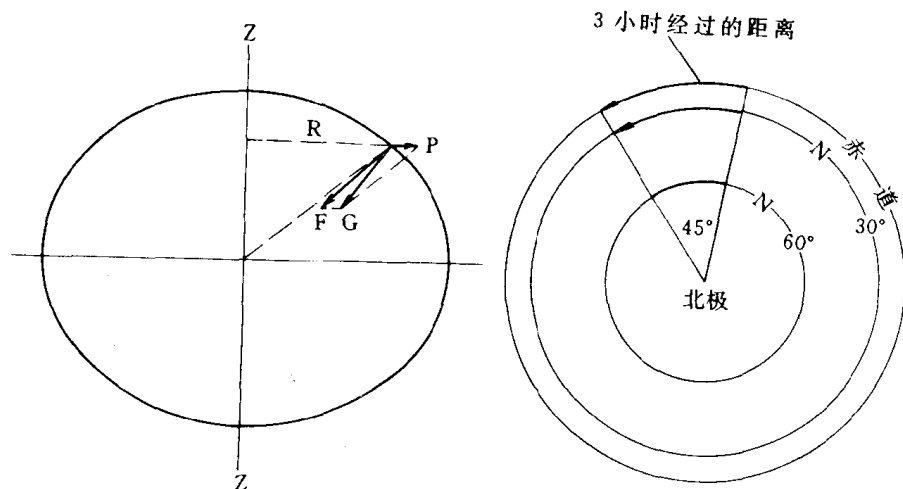


图 1-6 重力与地心引力、离心力的关系(1)和
线速度随纬度变化(2)的示意图

而在两极的海平面上的重力为 983.2177cm/s^2 , 后者比前者增加 0.53% 。随着海拔高度的增高而减小(每增高 1km , 重力值减小 0.31cm/s^2 , 即 3.2%)。

如果把地球看作是一个表面光滑的均质体, 从理论上可计算出地球表面各处的重力值(以海平面为准), 该值叫做正常值或理论值; 它只与地理纬度有关。但实际上各地测定的重力值并不等于理论值, 这种现象叫做重力异常, 实测值大于理论值者叫正异常; 实测值小于理论值者叫负异常。

引起重力异常的原因很多, 主要是由于地下物质组成不同而引起的。在地下由密度较大的物质(如铁、铜、铅、锌等金属矿和基性岩)组成的地区, 常显示正异常。而由密度较小的物质(如石油、煤、盐等非金属矿床)组成的地区, 常显示负异常。物探中的重力勘探就是利用这个原理, 通过寻找地壳中局部重力异常区的方法来找矿, 并可帮助查明地下的地质构造; 这种方法在覆盖区是一种行之有效的方法。

三、地磁

地球是一个磁化的球体, 所以在它的周围空间都存在着磁场, 叫做地磁场。我国劳动人民早在 2000 年前就开始利用地球的磁性, 但直到 17 世纪人们才证实地球的磁性来自地球本身, 而且还发现地磁极和地理极是不一致的(图 1-7)。后来, 人们又发现地磁极随着时间的变化而不断地变化, 如 1971 年磁北极位于 76°N 和 101°W , 磁南极位于 $76^\circ06'\text{N}$ 和 140°E ; 到 1975 年磁北极位于 $76^\circ06'\text{N}$ 和 100°W , 磁南极位于 $65^\circ48'\text{S}$ 和 $139^\circ24'\text{E}$ 。

由于地磁极和地理极不一致, 地磁子午线与地理子午线的夹角叫磁偏角; 指北针偏在地理子午线东边者叫东偏角, 用正号“+”表示; 指北针偏在地理子午线西边者叫西偏角, 用负号“-”表示。

地磁磁力线在赤道地区是水平的, 在两极地区则是直立的; 除此之外的其它任何地区, 地磁力线与水平面之间都有一定的夹角, 这个夹角就是磁倾角。以磁指北针为准, 下倾者为正(北半球), 上仰者为负(南半球)。

地磁场强度是一个矢量, 在任何一点上的总地磁强度 F , 都可以分解为水平分量 H 和竖直分量 Z ; 水平分量又可按地理方向分解为北向分量 X 和东向分量 Y ; 加上磁偏角 D 和磁倾