

研究生教学用书

教育部研究生工作办公室推荐

地球动力学

Geodynamics

傅容珊 黄建华 编著



高等教育出版社

内容简介

本书以固体地球为主体,系统地论述了地球动力学的基本概念、基本知识以及近20年来国际和国内地球动力学最为重要的研究成果。全书分为八章,从固体地球系统的观念出发,重点讨论了与地球动力系统有关的固体地球的构造,板块构造理论,地壳及上地幔应力状态,地球内部热过程及地幔动力学等动力学过程。

本书可供地球科学研究生,大学地球科学高年级学生和从事行星和地球科学研究的有关研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地球动力学/傅容珊,黄建华编著. —北京:高等教育出版社,2001

ISBN 7-04-009890-3

I. 地… II. ①傅…②黄… III. 地球动力学 IV. P541

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第031218号

地球动力学

傅容珊 黄建华 编著

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京市鑫鑫印刷厂

开 本 787×960 1/16

版 次 2001年8月第1版

印 张 20.5

印 次 2001年8月第1次印刷

字 数 320 000

定 价 28.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序

十多年前，本书第一作者从澳大利亚访学回国，并继续在中国科学技术大学地球和空间科学系任教。其时，地球动力学在国际地球科学界已经广泛开展研究，成果累累。应培养人才的需要，学校决定开设地球动力学课程。应当讲，这是我国从地球物理的视角出发首次开设该课程。当时由于国内没有合适的教材，曾融生院士推荐 Donald L. Turcotte 和 Gerald Schubert 的 *Geodynamics* 作为教材。随着教学的需要和学科不断发展，我们在该书的基础上综合了 20 年来地球物理学、地球动力学，特别是地幔动力学的新知识和新成果，以及本人多年研究成果编成本书。

地球动力学是一门新兴学科，是涵盖地球科学、力学以及系统科学在内的综合性学科。现今，地球动力学这个名词已广泛地在地球科学的各个领域频繁出现，而新的与地球动力学有关的学科如天文地球动力学、地球化学动力学等也不断出现，大大地扩展了地球动力学的实际内涵和领域。要全面地论述地球动力学所有的内容是不可能的，也是不现实的。我们从地球物理的视角出发，概述与地球动力系统有关的固体地球的构造，板块构造理论，地壳及上地幔应力状态，地球内部热过程及地幔动力学等动力学过程。现代科学技术特别是计算机科学、信息科学、现代观测技术的飞速发展，加速了地球科学新知识的积累和观念的更新。尽管我们作了很大的努力，也难以在本书中引进学科的最前沿，这使我们在写作时感到不安。但是，我们力图将一些成熟和经典的理论以及成果介绍给读者。此外，在地球动力学研究的领域中很多问题至今尚无定论，有的尚存争议。本书并不回避这些争议，而有意识予以反映，希望读者能够独立思考。

由于版面的限制，本书只列出一部分主要的参考文献，对那些书中提及但是参考文献目录中未列入的作者我们表示深深的歉意。

我们要感谢我们的夫人常筱华女士和邵淑珍女士，感谢她们在我们写作过程中给予的全力支持。还要感谢曾经听过该课程的研究生们，他

们在学习过程中提出了不少问题，促进了本书的完善。更要感谢高等教育基金的资助和高教出版社的支持，使本书得以出版。

作 者

2000.12

目 录

第一章	引论	1
第二章	地球表面特征、内部构造和动力系统	5
	§ 2-1 大陆和大洋的分布	5
	§ 2-2 固体地球表面的起伏	7
	§ 2-3 地球表面主要构造单元和特征	9
	§ 2-4 全球活动构造体系	12
	§ 2-5 地球内部构造	16
	§ 2-6 地球的物质组成	19
	§ 2-7 地球动力系统	22
第三章	放射性衰变和地球年龄	24
	§ 3-1 放射性发现之前人类对地球年龄的认识	24
	§ 3-2 放射性衰变和岩石的绝对年龄	26
	§ 3-3 地球的年龄	32
第四章	板块构造	36
	§ 4-1 板块构造	36
	§ 4-2 板块构造的基本单元及特征	43
	§ 4-3 板块构造的主要证据	51
	§ 4-4 板块运动的描述——板块运动学	68
	§ 4-5 威尔逊循环	73
	§ 4-6 板块运动的驱动力	76
第五章	固体的力学性质	80
	§ 5-1 应力和应变	80
	§ 5-2 应力和应变之间的关系——物理关系(本构关系)	87
	§ 5-3 弹性理论的基本方程及其解	88
	§ 5-4 平面问题	89
	§ 5-5 球体问题	91
	§ 5-6 弹性力学应用于地球介质	97
	§ 5-7 弹性二维平板弯曲或挠曲	100
	§ 5-8 地球岩石层的弯曲	107
	§ 5-9 固体的非弹性及粘滞性力学	117

第六章 地壳及上地幔的应力状态	136
§ 6-1 地球内部的初始应力	136
§ 6-2 地球内部的应力与流体静力学平衡的偏离	138
§ 6-3 确定地壳及上地幔应力状态的实验方法	140
§ 6-4 利用地球物理资料推断区域构造应力场	149
§ 6-5 重力地幔对流地壳及上地幔的应力状态	165
第七章 地球内部热状态及热输运过程	180
§ 7-1 地球表面的热流及测量	181
§ 7-2 地球热能的估算	185
§ 7-3 地球内部的热输运	190
§ 7-4 地球内部的热物理参数热状态及力学性质	196
§ 7-5 地球内部热传导过程	202
§ 7-6 与地幔热传导有关的问题	215
§ 7-7 对流-地幔中热输运的主要机制	220
第八章 地幔对流和地幔动力学	224
§ 8-1 地幔对流	224
§ 8-2 地幔对流的物理背景	226
§ 8-3 描述地幔对流的基本方程	228
§ 8-4 外部力驱动下的地幔物质流动	238
§ 8-5 平行板之间的热对流——Benard 问题	249
§ 8-6 球域自由热对流	261
§ 8-7 地幔对流的结构	274
§ 8-8 地球物理观测及地幔对流	281
§ 8-9 地幔对流及地幔动力学	300
参考文献	311

第一章 引 论

地球动力学是近几十年来发展起来的一门新兴学科，它是动力学和地球科学两大学科之间的交叉学科。地球动力学从广义而言是研究固体地球整体及其内部运动、动力过程和与此过程有关的地球物理和地质现象的一门学科。而从狭义而言，它是研究板块构造及其动力学的一门科学。地球动力学的发展过程是从狭义逐渐走向广义的研究领域的过程。

动力学是物理学的一门分支，它主要研究发生于人类周围世界的动力学行为和动力学过程。因而其研究范围可大至宇宙，小到微观粒子的运动规律。因此，动力学有其广泛的研究领域。一般而言，动力学的含义局限在力学的范围之内，对于任何一个力学系统而言，动力学研究需要了解其力学系统的介质特征及构造，需要了解作用于该力学系统的力系，然后利用物理学一般的规律研究系统对于其作用力的响应，即系统发生的过程。图 1-1-1 为描述一般系统的动力学过程。由于系统本身及动力学过程的复杂性，许多系统的动力学过程存在所谓的反馈现象。即系统的输出响应不仅和输入的力源有关，而且和其输出有关。换句话说，系统输出的一部分将作为输入而影响系统的行为。这种反馈现象发生在自然界许多系统之中。作为一特殊的例子，如电子学中的反馈现象，当系统存在正反馈时，系统产生出振荡，而系统存在负反馈时，系统趋于稳定等等。

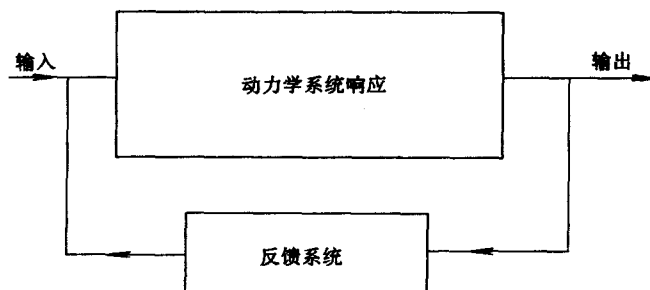


图 1-1-1 动力学系统

地球动力学是应用动力学的方法研究地球系统的行为。由于地球系

统的复杂性及其层圈构造的基本特征,可以把地球看成一个大的系统,同时也可以将其视为相互作用的一系列子系统(大气、海洋、固体地球等)的组合。因此,地球动力学也就包括了研究地球系统的整体行为,例如,研究它在空间中运动的规律(自转轴、转速变化等),构成了所谓的天文地球动力学;研究其上述各圈层之间的相互作用,构成了所谓的全球变化及动力学,等等。不过本课程讨论的对象是固体地球的动力学,特别是固体地球内部的动力学过程。

观测表明,固体地球可以分为地壳、地幔和地核(包括液态的外核和固体的内核)等层。显然,我们既可以将固体地球作为一个具有层状结构的整体来研究其动力学行为,也可以将上述各圈层作为子系统分别研究其动力学行为,同时还研究他们之间的相互作用。如果地球内部只是上面所描述的简单分层,而且仅仅是物质力学性质上的差异,那么地球将是一个死的星球,其内部发生的过程也仅仅是一个简单的力学系统所描述的力学过程。然而,观测表明,地球是一个活动的星球,在其表层和内部存在着大规模的物质运动和能量交换过程,所以地球内部系统是一个复杂的热动力学系统。地球表面发生的大规模动力学过程是极为壮观的,无论从电视还是电影中我们都可看到火山喷发的壮丽景象,可以看到从地下喷出的熔岩以宏伟的气势冲上数千米高空。人类一次又一次体会到自然界的力量。难怪古人面对大自然的无可抗拒的力量只能借助于神的偶像来感叹自己的无能为力。发生在地球表层和内部的动力学过程有时会给人类带来巨大的灾难。意大利维苏威火山的喷发,导致了庞贝城的毁灭。除了火山之外,还有滑坡和地震等地质灾害,世界各国历史上发生的灾难性地震,在几十秒内毁灭了城市,同时夺去了数以万计人的生命。在这一系列破坏性地震面前,人类一次次处于无可奈何的局面。所以如何认识发生在地球内部的地震这样一个动力学过程,了解其孕育,发展,发生及后效等规律也必然成为地球动力学研究的重点内容。不过,就地震学本身,已成为一门专门的学科,因此尽管其涉及到丰富的内容,但地震学终究不是本书所关注的最终目标。

火山和地震等地质现象和灾害是地球内部动力过程的一种急速、短暂过程的表现。地球内部同时还进行着长期、缓慢、不易为人们肉眼所察觉的动力学过程。现代大地测量结果表明,屹立在我国西南边界的珠穆朗玛峰现在还在以每年几个厘米的速率不断升高。而地质学观测同时还发现,高达 8 848 m 的珠穆朗玛峰在两亿年前曾沉睡海底。那么是什

么巨大的力量使得其抬升的呢?而世界最高峰和最低谷——马里亚纳海沟(其深达 -11 km)之间相差近 20 km ,那么是什么样的机制支撑了如此巨大的地球表层形状的差异呢?如果我们把话题谈得更远些,大约在 $6\,500$ 万年前,地球上曾经发生过一次重大的事件,在地球上占统治地位的爬行动物消失了,将近一半以上的植物和动物物种也消失了。这是发生在白垩纪末期的事件。是什么原因使得物种如此突然地灭绝呢?科学研究提出了两种可能的理论模型:(1)小行星撞碰模型;(2)火山喷发模型。前者认为在距今约 $6\,500$ 万年前,一个巨大的小行星或彗星从天空以每秒 10 km 的高速撞击地球,其巨大的能量引起了一系列的可怕环境灾难,风暴、海啸、温室(地球)增温、寒冷和黑暗、酸雨和全球大灾。当世界重新恢复平静时,一半以上的动植物物种都灭绝了,地球从此开始了新的历史时代,或许连人类也是这一次灾难事件的产物,因为事件有可能导致生物学上基因的突变。哺乳动物开始替代了爬行动物在地球舞台上的地位,向高级的人类进化。灾变模型列举了大量有关小行星或彗星撞击地球的证据,说明其灾难的可能,当然也讨论了这次灾难在地球上产生的一切动力学过程,包括天气动力学过程。而火山喷发模型却认为这次发生在 $6\,500$ 万年之前的事件可能是一次大规模(或一系列大规模)火山喷发的结果,他们分析了大量火山流岩样品后提出由于火山喷发,白垩纪末期德干高原火山活动所产生的大量二氧化碳喷入大气层中,激发了气候的突变,改变了海洋化学成分,从而导致了生物的灭绝。他们把这次火山大规模活动和地幔中来自地幔底部的上升的热柱联系起来,如此,地球深部的热动力学过程导致了表层的改变和气候的剧变,导致物种的灭绝。尽管这两种模型至今仍然争论不休,研究者们各自都有大量的证据,但是也许这两种过程在未来的研究中会走向统一。因为谁能保证,在地球漫长的历史中,这两种事件不会发生巧合呢?然而无论如何,地球上发生的这种动力学过程(也许在地质史上是剧变的)和人类生存环境紧密地地联系起来了,也许它将成为动力学研究的又一支,即它对于自然环境的影响。地球内部动力过程导致表层构造运动及自然环境变化的另一例证是青藏高原的抬升。地质学、地球物理学、古生物学和气候学研究表明,自大约 40 百万年前,印度洋板块和欧亚板块碰撞,青藏高原持续抬升以来,大约在 $8\sim 10$ 百万年的一次急剧的抬升事件使得青藏高原上升了近 $1\,000\text{ m}$,而由此产生了世界大气环流的变化,使得原本为热带雨林的巴基斯坦变成了草原。那么又是什么样的原因使得高

原突然抬升呢？

总之地球动力学涉及了广泛的内容，它以地球为客体，既研究其整体或者内部发生的短暂的动力过程，也研究其缓慢的动力过程，同时还探讨这些过程对于物种及人类的影响。总之，在地球科学的领域内，动力学研究的领域无所不在，为我们提供了广阔的研究空间，同时也为许多古老的地球科学问题提供了新的突破点。

第二章 地球表面特征、 内部构造和动力系统

人类认识地球是从地球表面开始的，因为人类发展的初期只能借助于自己的感观去观察自然界发生的一切现象。自然，人类首先关注的是与其生存有关的一些动力过程，例如天气变化、自然灾害、日月运行和潮起潮落等等。因为人类最为关心的问题之一是他们居住的这个星球。人类对于地球形状的认识是从最简单的直观开始的，世界上各古老民族对于地球表面形状都有自己的理解，中国人所谓的“天圆地方说”认为地球是一个大的平面被圆的天包围。这里不去追述古代人类对于地球的认识，但是从科学的目标和思维方式出发，我们应当意识到地球表面的特征必然反映地球内部发生的一切过程。反之，一切内部过程又必将影响地球表面的特征。现代科学技术给人类提供了一个认识地球的机会，使人类从更高的空间观察这个星球，自然首先观察的是地球表面的特征。因此仅就地球表面而言，其基本特性必然涉及有关地球科学早期的一系列重要的课题。

当然，地球的表面并不是一成不变的，地球表面形态仅仅是整个地球动力系统中一个环节。地球表面不断受到内部和外部动力过程作用而改变自己的形态。所以当我们讨论地球内部和外部发生的过程时，首先要认识其表面的特征，同时将这些表面特征或者作为限定条件，或者作为最终判别标准去研究一切与其有关的动力学模型。

§ 2-1 大陆和大洋的分布

翻开任何一张彩色世界地图都可以一目了然地看到，地球表面有两个基本的单元：蓝色的海洋和黄色的大陆，而且大洋和大陆在地球表面的分布既不对称也不均匀。同时还会发现，海洋在地球表面所占的面积远远大于大陆所占有的面积。表 2-1-1 统计了世界大陆大洋的面积，及大洋的平均深度。从统计结果可以发现：

1) 地球表面 70% 以上为大洋所覆盖，而太平洋却占整个大洋面积的一半，占地球总面积的 35% 左右。

表 2-1-1 大陆大洋面积及大洋的平均深度(根据威利,1978)

大陆和大洋	面积 /10 ⁶ km ²	占陆地或海洋 面积的比例/%	占世界面积 的比例/%	平均深度/km	最深/m
世界	510	—	100	—	
全部大陆	148	100	29.2	—	
全部大洋	362	100	70.8	3.729	
亚洲	44.8	29.8	8.7	—	
欧洲	10.4	7.0	2.1	—	
非洲	30.6	20.5	6.0	—	
北美洲	22.0	14.8	4.3	—	
南美洲	17.9	12.0	3.5	—	
南极洲	15.6	10.5	3.1	—	
澳洲	7.8	5.2	1.5	—	
太平洋	166.2	—	—	4.188	—
连同各海	181.3	50.1	35.4	3.940	11.033
大西洋	86.6	—	—	3.736	—
连同各海	94.3	26.0	18.4	3.575	8.382
印度洋	73.4	—	—	3.872	—
连同各海	74.1	20.5	14.5	3.840	7.725
北冰洋	9.5	—	—	1.330	—
连同各海	12.3	3.4	2.4	1.117	5.449

2) 有 65% 以上的大陆集中在北半球, 在北半球有 47% 的陆地 53% 的海洋, 而南半球仅有 11% 的陆地, 89% 的海洋。

3) 从统计学的观点出发, 大陆和海洋分布却又有其对称性。全部陆地中, 有 95% 的对跖点是海洋, 仅有 1.5% 的陆地对陆地。如果以赤道上东经 45° 的点将地表旋转 180°, 你会惊奇地发现所有的大陆落入海里, 正如图 2-1-1 所见仅有极少数的大陆重叠在大陆之上。

这种海、陆分布的形式不是偶然的, 它必然反映了大陆、海洋的形成和演化过程以及内部的动力过程。

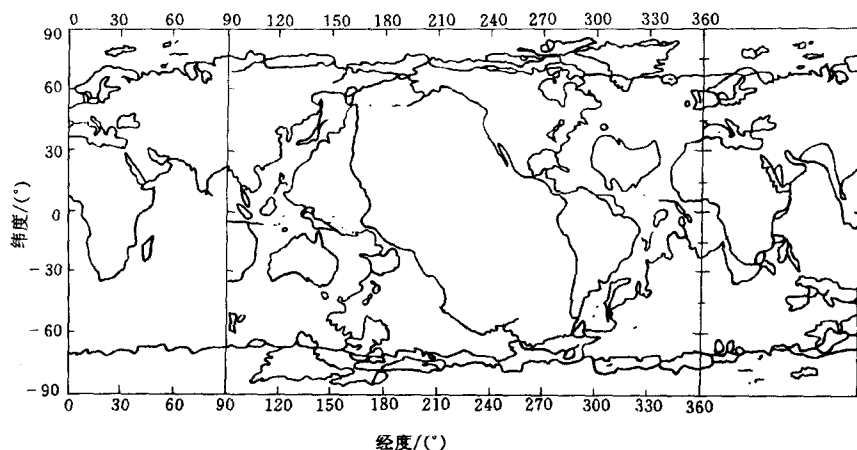


图 2-1-1 大陆和海洋的反对称性(以东经 45°, 纬度 0° 为原点)

§ 2-2 固体地球表面的起伏

固体地球的表面并不平坦。如果做一个横穿海洋和大陆的剖面, 我们立即会发现地球表面这种高低不平的变化。图 2-2-1 是这种典型剖面示意, 即大洋中脊—海盆—海沟—火山、岛弧—大陆边缘海盆—大陆架—大陆地盾—大陆山系。可以发现, 在大陆和海洋之间有一个很宽阔的所谓大陆边缘地带。固体地球表面的这种起伏说明, 固体地球的外层必定有一定的强度以支持这种起伏。地质学的观测还告诉我们, 这种起伏至少可以维持几万年至几千万年的时间。但是, 中国有一句古话“沧海桑田”又告诉我们, 这种起伏又在不断地变化着。变化的动力来自地球内部和外部, 这也是地球动力学努力探讨的课题。表 2-2-1 列出了

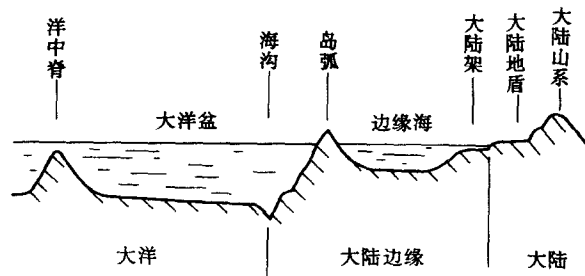


图 2-2-1 典型的地球表面剖面

表 2-2-1 各大洲的大陆及岛屿面积和平均高度

洲	总面积/ (10^4 km^2)	大陆面积/ (10^4 km^2)	岛屿面积/ (10^4 km^2)	平均高度/m	最大高度/m
亚洲	4 350	4 150	270	950	8 848.13
欧洲	1 060	920	70	300	5 633
非洲	2 980	2 920	60	650	5 895
北美洲	2 410	2 000	410	700	6 193
南美洲	1 790	1 760	30	600	6 964
大洋洲	890	760	130	400	5 030
南极洲	1 407	1 400	7	2 350	4 225
总计	14 887	13 910	977		

世界各大陆及岛屿面积和平均高度, 表 2-2-2 列出各种高度和深度所占全球表面的百分比, 从表中得出:

1) 全球大陆平均高度为 840 m, 海洋平均深度为 3 800 m, 大陆和海洋高度共同平均为 -2 400 m, 说明整个陆地将被海水淹没。

2) 海洋中 -1 000 ~ -3 000 m 间所占总面积的百分比非常小, 也就是说大陆边缘有一个很陡的水下地域把海洋和大陆分隔开来。如果将水深为 -1 000 m 以上的部分和全球大陆相加计为大陆面积, 那么大陆面积将占地球总面积的 40%。

3) 固体地球表面的起伏约为 20 km, 陆地上最高点是我国西南部青藏高原边缘的珠穆朗玛峰, 高度为 8 848 m, 最深的海洋在太平洋西部的马里亚纳海沟, 其深度大于 11 000 m。

表 2-2-2 地球上各种高度和深度及所占面积的比例

各级陆地 高度/m	面积/ (10^6 km^2)	占全球面积 的比例/%	各级海洋 深度/m	面积/ (10^6 km^2)	占全球面积 的比例/%
>3 000	8.5	1.6	0~200	27.5	5.4
3 000~2 000	11.2	2.2	200~1 000	15.3	3.0
2 000~1 000	22.6	4.5	1 000~2 000	14.8	2.9
1 000~500	28.9	5.7	2 000~3 000	23.7	4.7
500~200	39.9	7.8	3 000~4 000	72.0	14.1
200~0	37	7.3	4 000~5 000	121.8	23.9
0 以下	0.8	0.1	5 000~6 000	81.7	16.0
总计	148.9	29.2	>6 000	4.3	0.8
			总计	361.1	70.8

图 2-2-2 为地球表面各种高度和深度间的面积在全球总面积中所占的百分比,其对应的数值列在表 2-2-2 中。从中可知,大陆中高山和海洋中的海沟所占的面积是很小的,但这些数值对于我们理解地球内部的动力过程无疑是有用的。

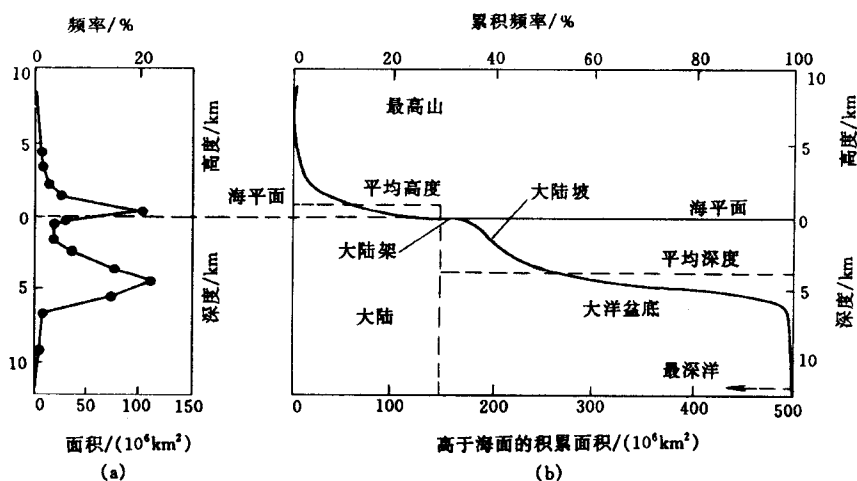


图 2-2-2 地球表面高度和深度分配(根据威利,1978)

(a) 频率分配, (b) 积累高深曲线

§ 2-3 地球表面主要构造单元和特征

从地理学的观点出发可以将地球表面分成海洋和大陆,有时将大陆边缘同海洋及大陆分开,成为这两者之间的过渡地区。但是从传统构造学的观点来看,地球表面可以划分成一系列的构造单元,它们是 1) 大陆地台, 2) 大陆山系, 3) 大陆边缘(大陆架或大陆坡), 4) 大洋盆地, 5) 大洋中脊, 6) 大洋深沟(海沟), 7) 火山及岛弧。图 2-3-1 综合表述了这一系列构造单元在全球的分布。前面谈及,从地球物理学观点来说现今的海岸线也许不是大陆和海洋的分界,因为如果以海岸线为界,海平面的变化意味着大陆面积的变化,而在地球近十几亿年的演化史中,海平面的变化都是经常的,而且既有全球性变化,又有局部海平面的变化。据估计,如果全球冰川和冰层中约 $25 \times 10^6 \text{ km}^3$ 的冰突然融化,全球海平面将上升 50~70 m,然后由于均衡调整,原来由于冰层的重量所下陷

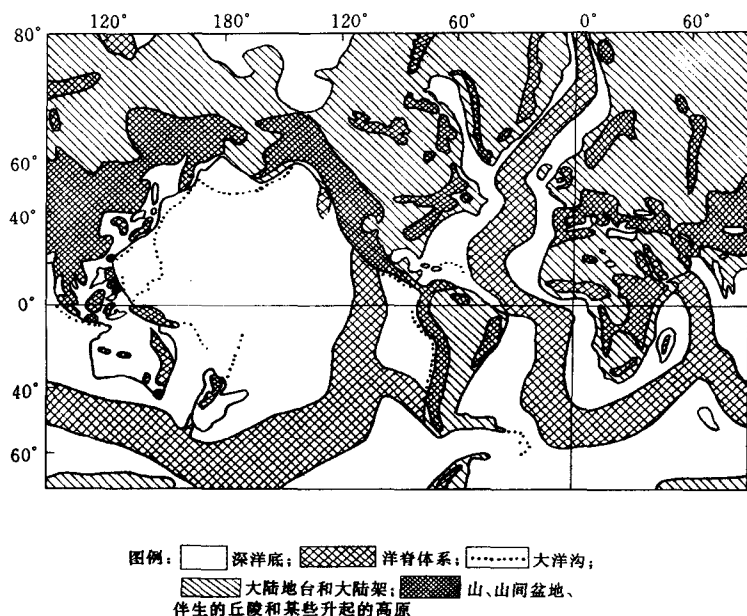


图 2-3-1 全球构造单元分布(根据威利,1978)

的陆地将回升,最后整个海平面将上升 35 m 左右。因此使用 -1 000 m 海深为大陆和海洋的交界,从地球物理学角度上看是比较合理的。观测表明,从 -1 000 m 到 -3 000 m 之间,其海底以 $3.5^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 的角度从大陆边缘突然跌落,下降至 3~6 km 的大洋盆地。而深部地球物理探测也显示,大陆架地域和大陆一样具有相同的陆壳结构,只有通过 -1 000 ~ -3 000 m 的过渡之后才转换为与大陆地壳不同的洋壳结构。图 2-3-2 给出一个典型的大陆边缘的地球物理剖面。

大陆有两个主要的构造单元,大陆地台和山系。其中大陆地台从其形成和演化阶段分为前寒武纪地盾和地台。而山系造山带则包括古生代及以前的造山带和中生代及新生代的造山带等。从地球岩石的地质年代测定得知,大陆是在地球形成的初期,从地幔中分异出来的,而最古老的大陆岩石年龄大约为 36~39 亿年,这意味着古老的大陆至少有 36~39 亿年的历史。从地质观测还得知,大陆自分异以来在不断地增生,且再也没有重新进入地幔之中。但这并不意味着它一成不变,大陆在过去的几十亿年的演化中曾经多次拼合、分裂,再拼合、再分裂……,同时,许多大陆地块也多次沉降和抬升。因而古老的大陆经历了极其复杂的演

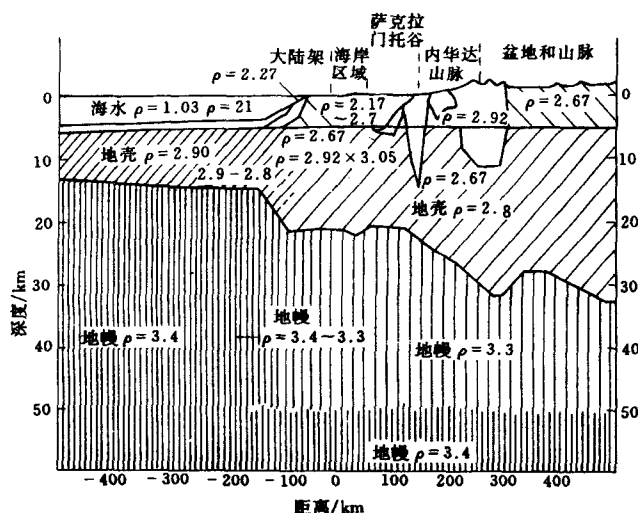


图 2-3-2 北美西部大陆边缘地壳剖面(根据 Garland, 1987)

化过程。现今大陆的外貌和它形成初期相比较已经是“面目全非”了。所以当我们研究大陆时,简单地将其划分为地台和山系只能说是一种极为粗略地勾画。另外,这里谈及的大陆也仅仅是海平面以上的部分,因为其海平面以下那部分一般已定义为大陆边缘。

大陆边缘是一个模糊的概念。从构造学观点看,大陆边缘又分为主动型大陆边缘和被动型大陆边缘,虽然它在全球总面积之中仅占很小的比例,但是其在全球构造和动力学中却有很重要的地位。因为大陆边缘,尤其是主动型大陆边缘是世界上最活跃的构造地域之一,它不仅仅是大陆和海洋的过渡区,具有复杂的构造,而且也将作为一主要的地域以检验各种动力学模型的优劣。主动型大陆边缘包括了大陆架(或大陆坡)、海沟、火山和岛屿,以及弧后扩张等次一级构造单元。自然,这些次一级的构造单元反映了统一的动力学过程。因此,任何一个成功的动力学模型都应当对此构造特征作出合理的解释。

海洋地壳和大陆相比具有结构简单和岩石年轻的特征。大洋中脊隆起和大洋盆是海洋地壳的主要构造单元,它占地球总面积 50% 以上。地质年代学测定表明,最古老的海洋地壳岩石年龄仅仅有两亿年左右,然而海水在地球表面存在却有近 40 亿年的历史。这也为动力学提出另一重要的问题,古老的海水和用以盛水的年轻海底之间存在着具大的年龄反差,犹如一个今天刚做出来的杯子,却盛着 20 天以前的水。