

全国煤炭高职高专（成人）“十一五”规划教材

煤矿地质学

贾琇明 主编



Meikuang Dizhixue

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材

煤矿地质学

主 编 贾琇明
副主编 张和生 隋 刚

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书根据煤炭开采的实际情况,并结合大量生产实践资料和相关技术规范要求,阐述了地质学、煤矿地质学、矿井水文地质的基础知识;论述了影响煤矿生产的主要地质因素及其分析问题和解决问题的基本方法;介绍了地质勘探技术、煤矿生产中需要的各类地质图件、地质编录的步骤和方法、地质报告和地质说明书的内容以及矿井储量管理的相关知识;同时结合近几年广泛关注的环境污染问题和一些新技术在煤矿地质中的应用情况,对煤矿环境地质、煤矿地质信息技术的基本知识进行了阐述。

本书为煤炭成人教育和高等职业教育矿业类相关专业教材,亦可作为普通高等院校采矿工程、建井工程、安全工程及测量工程等非地质专业的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

煤矿地质学/贾琇明主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2007.11

全国煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材

ISBN 978-7-81107-782-7

I. 煤… II. 贾… III. 煤田地质—高等学校:技术学校—教材 IV. P618.110.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第174268号

书 名 煤矿地质学

主 编 贾琇明

责任编辑 耿东锋 何 戈

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 25 字数 620 千字

版次印次 2007年11月第1版 2007年11月第1次印刷

定 价 36.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材 建设委员会成员名单

主 任:李增全

副 主 任:刘咸卫 胡卫民 刘发威 仵自连

委 员:(按姓氏笔画为序)

牛耀宏 王廷弼 王自学 王宪军

王春阁 石 兴 刘卫国 刘景山

张 军 张 浩 张贵金 李玉文

李兴业 李式范 李学忠 李维安

杜俊林 陈润叶 周智仁 荆双喜

贺丰年 郝巨才 唐又驰 高丽玲

彭志刚

秘 书 长:王廷弼 李式范

副 秘 书 长:耿东锋 孙建波

煤炭高职高专(成人)“十一五”规划教材 煤矿开采技术专业编审委员会成员名单

主 任:胡卫民

副主任:李学忠 杜俊林 张吉春

委 员:(按姓氏笔画为序)

吕建青 张占斌 张 浩 张登明

李德忠 杨红涛 胡海峰 赵济荣

姬 婧 贾琇明 曾 旗 蒋金泉

漆旺生

前 言

本书为中国煤炭教育协会组织编写的全国煤炭成人高校矿业类主体专业“十一五”规划教材。在未来的很长的时期内,煤炭仍是我国乃至世界能源构成中的主要能源。我国的资源特点决定了以煤为主的能源结构在相当长的时期内不会改变。根据中国煤炭工业发展研究咨询中心预计,未来几年我国煤炭供需缺口仍然较大,因此许多省份都在扩大和新建一些煤炭生产企业,从而使得本来就人才不足的煤炭企业愈显人才短缺。煤炭行业的人才培养任务艰巨。为了深化煤炭成人教育矿业类主体专业的教学改革,满足煤炭成人教育技术应用性人才的迫切需要,我们编写了本教材。

《煤矿地质学》教材以基础地质知识为主并结合煤矿生产实际资料组织编写,旨在提高从事煤炭生产技术人员的实际工作能力。参加编写的同志在时间短、任务重的情况下,克服种种困难,多方收集资料,广泛征求业内专家和生产一线同志的意见,并结合一些新的研究成果和当前最新的煤炭地质规范和技术要求,在前人工作基础上认真编写完成。

本书内容共分十四章,由四部分内容组成——第一部分以基础地质学为主,包括第一章、第二章、第三章和第四章。第二部分是煤炭成因及煤炭安全生产中应注意的主要问题,包括第五章、第六章和第七章。第三部分是煤田地质报告和矿井地质报告编写的技术要求以及地质图件的绘制,包括第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章和第十三章。第四部分介绍了矿山新技术应用,包括第十四章。

本书编写是在中国煤炭教育协会领导下完成的,由太原理工大学和山西煤炭职工联合大学共同编写,贾琇明任主编,张和生、隋刚任副主编。绪论和第一章由太原理工大学贾琇明编写;第二章、第三章和第四章由太原理工大学隋刚编写;第五章和第六章由山西煤炭职工联合大学阳泉校本部刘变华编写;第七章、第九章和第十章由山西煤炭职工联合大学阳泉校本部高文洁编写;第八章、第十一章、第十二章、第十三章和第十四章由太原理工大学张和生编写。

本教材依据煤炭成人高校教材建设委员会审定的编写大纲组织编写,力求把握煤炭成人教学的特点,注重基本理论、基本知识、基本技能,突出实践环节。本书内容较多,不同专业可以根据教学大纲予以适当取舍。

由于水平有限、实践经验不足且限于时间紧迫,故书中缺点和错误难免,敬请专家和读者批评、指正。

编者谨识

2007年10月

目 录	
绪 论.....	1
第一章 地质学基础.....	3
第一节 地球概况.....	3
第二节 地球的圈层构造.....	8
第三节 地球的物理性质	15
第四节 地质作用概述	21
思考题	33
第二章 矿物和岩石	34
第一节 矿物的概念和性质	34
第二节 常见矿物	46
第三节 岩石的概念和分类	56
第四节 岩浆岩	57
第五节 沉积岩	64
第六节 变质岩	70
思考题	74
第三章 地史学基本知识	75
第一节 地层单位和地质年代表	75
第二节 地层划分和对比	81
第三节 古生物简介	86
第四节 地壳演化简史	94
思考题.....	100
第四章 地质构造.....	101
第一节 岩层产状.....	101
第二节 褶皱构造.....	106
第三节 断裂构造.....	113
思考题.....	123

第五章 煤的形成和含煤岩系	124
第一节 煤的岩石组成和物理、化学性质	124
第二节 煤的分类、煤质特征和用途	136
第三节 成煤作用.....	144
第四节 含煤岩系和煤田.....	147
思考题.....	153
第六章 影响煤矿生产的地质因素	154
第一节 煤层厚度对煤矿生产的影响.....	154
第二节 构造对煤矿生产的影响.....	160
第三节 陷落柱对煤矿生产的影响.....	171
第四节 淤泥带对煤矿生产的影响.....	177
第五节 岩浆侵入体对煤矿生产的影响.....	179
第六节 矿井瓦斯对煤矿生产的影响.....	183
第七节 地温和地压因素.....	193
思考题.....	199
第七章 煤田水文地质	200
第一节 地下水的基本知识.....	200
第二节 煤矿床充水条件.....	214
第三节 矿井水文地质观测及其水害的防治.....	220
思考题.....	229
第八章 煤矿地质勘查	230
第一节 煤炭地质勘查技术手段.....	230
第二节 煤炭地质勘查.....	236
第三节 矿井地质勘探.....	247
思考题.....	255
第九章 地质编录	256
第一节 地质编录的内容和要求.....	256
第二节 勘探工程地质编录.....	257
第三节 井巷工程地质编录.....	265
第四节 原始地质资料整理.....	281
思考题.....	284
第十章 煤矿常用地质图件	285
第一节 地形地质图.....	285
第二节 地质剖面图.....	294

第三节	水平切面图	297
第四节	煤层底板等高线图	300
第五节	煤层立面投影图	311
第六节	其他图件	314
	思考题	316
第十一章	地质报告和地质说明书	317
第一节	地质报告	317
第二节	地质说明书	326
	思考题	332
第十二章	矿井储量管理	333
第一节	矿井储量的特点	333
第二节	矿井三量管理	333
第三节	储量动态管理	337
	思考题	341
第十三章	煤矿环境地质	343
第一节	煤矿环境地质研究内容	343
第二节	煤矿环境工程地质灾害	344
第三节	煤矿环境污染因素及特点	345
第四节	煤矿环境污染的危害	351
第五节	煤矿环境监测与质量评价	353
第六节	煤矿环境地质工作	358
第七节	煤矿环境治理简介	363
	思考题	372
第十四章	煤矿地质信息技术	373
第一节	矿井物探	373
第二节	数学地质	378
第三节	遥感地质	382
	思考题	385
参考文献		386

绪 论

煤矿地质学是地质学的一个分支,是专门研究煤、煤层和含煤岩系的地质特征及成因、分布规律及其工业价值的学科。建国以来,随着煤炭工业的蓬勃发展,开展了大规模的煤田地质勘查和区域地质研究工作。20世纪50年代末期先后在我国北方的几个平原地区发现了一批规模可观的隐伏煤田;60年代中期陆续在江南地区红色地层、火山岩下和逆掩断层推覆的老地层下找到了许多新煤田。几十年来,在大量生产实践和科学研究过程中积累了丰富经验,极大地推进了煤田地质科学发展,在煤质研究、含煤地层的划分对比、沉积岩相及古地理、地质构造对含煤建造形成的控制、煤田预测等方面均取得了很大成就。

煤矿地质学研究的对象如下:煤是植物遗体经过复杂的生物、地球化学、物理化学作用转变而成的。从植物死亡、堆积到转变为煤,要经过一系列演变过程,这个过程称为成煤作用。成煤作用大致可分为两个阶段:第一阶段是植物在泥炭沼泽、湖泊或浅海中不断繁殖,其遗体在微生物作用下不断分解、化合、聚积的过程。在这个阶段中起主导作用的是生物地球化学作用,低等植物经过生物地球化学作用形成腐泥,高等植物形成泥炭,因此成煤作用的第一阶段可称为腐泥化阶段或泥炭阶段。当已形成的泥炭和腐泥由于地壳下沉等原因而被沉积物掩埋时,成煤作用就转入第二阶段——煤化作用阶段,即泥炭、腐泥在以温度和压力为主的作用下变成为煤的过程。成煤第二阶段包括成岩作用和变质作用,在这一阶段中起主导作用的是物理化学作用。在温度和压力影响下,泥炭进一步变为褐煤(成岩作用),再由褐煤变为烟煤和无烟煤(变质作用)。

我国劳动人民很早就对煤有了认识,在距今6000多年前就发现了用煤制成的工艺品,且在长期的实践活动中逐渐发现了煤的不同用途,逐渐把煤应用于日常燃料、金属冶炼等。在现阶段,煤炭在我国能源结构中占据举足轻重的位置,它占我国一次能源使用的70%。进入21世纪后这一能源结构仍没有大的变动。因此,煤的成因、成煤地质条件、煤的物理化学性质、煤的应用等方面的研究具有重大的经济利益。为了更合理、有效地利用这一不可再生的资源,并有效地克服煤炭消耗对环境的污染问题,国家制定了稳定西部、发展东部、调整煤炭产业结构、提高产业效率和面向21世纪发展洁净煤技术的发展战略。这一战略思想的部署大大地推动了煤矿地质的发展。将相对成熟的石油地球物理勘探方法技术应用于煤炭工业,并结合煤炭资源开发的特殊性开展煤田地球物理勘探且在井下、地面推广应用,为煤炭的生产提供精细的地质资料和信息,是煤炭工业发展的必然趋势。

煤矿地质研究的主要内容有:①煤的物质成分、性质和成因;②煤层、煤系的岩石组成和沉积相特征及其形成条件;③聚煤作用、聚煤盆地和富煤带的成因及其分布规律、煤炭资源的勘查等。由于煤矿地质科学的不断发展,其中有些内容已发展成独立学科,如用化学方法研究煤的元素组成、工艺性质及工业价值的煤化学,用岩石学方法研究煤的物质成分和成因的煤岩学等。煤层气已成为重要的高效洁净能源,煤成油也已开发利用但还应加强研究

工作,特别是应当重点开展同一沉积盆地的沉降史、热演化史、煤化作用、成煤地球化学等综合研究以弄清煤、油、气的成因联系。由于开发利用煤可造成对环境的污染,因此研究煤中有害物质的种类、组成、赋存状态、分布规律和开发利用过程中有害物质在大气、水、土壤中的分布和传输方式,可为环境保护和污染治理提供科学依据。

为了使煤矿地质科学更快发展,今后应扎实地做好基础地质工作,深入细致地收集积累反映煤田地质规律的各类地质资料;进一步加强煤岩学、煤化学、构造控煤、沉积学、聚煤古地理、煤变质作用等基本理论研究;更加系统、深入地总结我国各主要聚煤期的聚煤规律;把遥感地质、数学地质等新兴学科引入煤田地质勘查和研究领域;运用微量、快速、高灵敏度的现代测试技术进一步提高煤矿地质研究的科学水平。

我国的煤炭资源极其丰富、品种多样,煤矿地质工作有着广阔前景。在科学技术发展已进入新时代的今天,煤矿地质科学必将跨进以引入电子计算技术和空间技术成果为标志、以发展新的沉积理论、构造理论、煤的成因与变质理论为重点的新阶段。随着煤炭工业的迅速发展,煤矿地质学的研究领域不断扩大,许多边缘学科也会不断诞生,新的技术手段也将日益增多,煤矿地质工作的精度和科学预见性将大大提高,从而会找到更多的新煤田,提供更准确更完整的煤田地质资料,为我国煤炭工业的高速度发展和实现祖国现代化做出新贡献。

第一章 地质学基础

地质学研究的对象是地球。地壳中矿产的形成与地球表面和地球内部的地质作用有关,地质学即着重说明地壳的物质组成、发展变化以及各种矿产资源的蕴藏规律。通过对地质学基础知识的学习,要求对地质学有全面了解,对各种地质作用、地质现象、矿物岩石、地层层序、地质构造和地质图等有所认识,为学习成矿理论、矿床类型、矿床水文地质知识、勘查方法和矿山地质工作方法等打下必要基础。

本章重点是矿物、岩石和地质构造等。矿物和岩石是组成矿床的物质基础,地质构造不仅控制矿床的形成,而且是矿床开采必须考虑的主要地质因素之一。

第一节 地球概况

一、宇宙和地球

宇宙是日月星辰存在和演化的物质世界,是空间和时间的统一,即空间物质分布和变化发展的总称。宇是空间概念,宙是时间概念,宇宙是普遍的、永恒的、不断运动和发展的物质世界。东汉学者高诱焜在《淮南子注》中指出:“四方上下曰宇,古往今来曰宙,以喻天地。”现代天文学证明:地球只是太阳系中的一员,太阳为一普通的恒星;由上千亿颗恒星组成银河系;银河系之外还有数以千亿计的河外星系。宇宙空间的恒星和星系等天体,从形成到消亡一直处于不断的演化之中。宇宙是多样而又统一的,其多样性在于物质表现形态的多样性,其统一性在于其物质性。现今能观测到的最远天体离地球约 100 多亿光年;随着天文望远镜的逐渐改进和观测技术的提高,宇宙的可观测范围日益扩大。

地球是太阳系九大行星之一,是人类居住的星球。九大行星围绕太阳的顺序从内到外依次是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星、冥王星。地球与太阳的平均距离为 1 天文单位(AU),即 $1.49\ 597\ 870 \times 10^{11}$ m。地球与其他行星一样,既绕太阳公转又绕地轴自转,还随着太阳系绕银河系中心的轨道运行。地球公转的轨道呈椭圆形。地球的结构由不同性质的物质的同心圈层重叠而成。这些圈层从上而下是大气圈、生物圈、水圈、地壳、地幔和地核。地球的形状为不规则的椭球体,其表面高低不平,最高的山峰海拔达 8 844.43 m,最深的海沟深达海平面之下 11 034 m。地球的平均半径为 6 371.004 km,体积为 1.083×10^{12} km³。地球的自然表面积约为 5.11×10^8 km²,赤道周长为 40 075.04 km。地球有一个自然卫星——月球。地球的表面约 71% 被大洋覆盖,很早就有人把地球叫做蔚蓝色的星球。近年来,随着科学技术的发展,人们可以在太空看到整个地球,把地球称为变幻多彩的地球。因为大陆上的颜色丰富多彩,如陆地上的植被、草原为绿色,沙漠为黄色,两极和高山被冰雪覆盖为白色,这些色彩是其他行星没有的。地球为人类提供了丰富的大气、氧气、

淡水、适宜的温度等生活条件,更是其他星球没有的。

二、地球的形状和大小

关于地球的形状和大小,其初始概念早已出现,在很长的时期地球被认为是球状体。17~18 世纪人们最早开始使用比较精确的测量方法(三角测量法)研究地球的形状时,人们认识到地球并不是一个理想球体,因为通过极点的半径与赤道半径不等长。这说明它沿旋转轴被压扁了,重力和离心力的联合作用决定地球的形状。这些联合作用的力被称为引力并表现为加速度,每一个位于地表的物体都具有加速度。17、18 世纪之交,牛顿从理论上证明,在引力作用下地球在沿旋转轴方向受挤压力,因此它具有椭球或旋转椭球体形状。后来,各国完成的经线或纬线弧的测量证实了牛顿的理论和计算。

关于地球是椭球体(或旋转椭球体)的概念只是初步接近于真实,实际上地球表面的真实情况更加复杂。最接近于地球现代形态的描述是所谓地球体(直接的意思是类似地球的形体)。地球体具有某种假设表面,引力的方向到处都与该表面相垂直。在大洋水域,地球体的表面与完全静止状态的水面一致,由大洋表面将其向大陆和岛弧之下延伸,使它仍保持与铅垂线方向垂直,我们就得到了地球体的表面。换言之,地球体是与大洋水面相一致的重力位表面(也就是在所有的点上都与铅垂线方向相垂直的表面)。地球体与椭球体(或旋转椭球体)之差,在有的地方达到 $\pm 100\sim 150\text{ m}$ (图 1-1)。这样的差别是由影响引力(也就是影响铅垂线和垂直于铅垂线方向的表面)的地球体内不同密度物质的不均匀分布决定的,因而也就决定了地球体的形状。

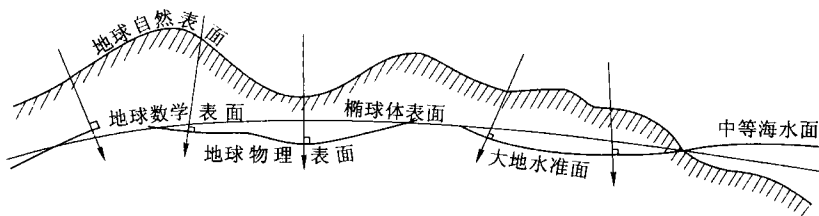


图 1-1 地球体的表面形态

20 世纪 40 年代,苏联大地测量学家克拉索夫斯基(Ф. Н. Красовский)曾经计算过地球的形状和大小。他得到的地球形状被称为“克拉索夫斯基椭球”。克拉索夫斯基旋转椭球体的概念在苏联被普遍接受,其参数被现代研究其中包括人造地球卫星的研究证实,它在解决一系列与大地测量、地图学及其他领域有关的问题中具有重要的理论和实际意义。克拉索夫斯基椭球的基本参数列于表 1-1 中。

表 1-1 克拉索夫斯基椭球的基本参数

地球半径/km		极扁率 α	地 球		
赤道半径	极半径		表面积	体 积	质 量
6 378. 140	6 356. 755	1/298. 257	$5. 11 \times 10^8 \text{ km}^2$	$1. 083 \times 10^{12} \text{ km}^3$	$5. 9742 \times 10^{24} \text{ kg}$

地球梨状体,是指地球大地水准面的形态。地球表面高低不平,珠穆朗玛峰与马里亚纳

海沟最深处的高程相差近 20 km。从宏观上看,这一数字是很小的。假设将静止的平均海水面延伸到大陆内部,形成一个连续不断的与地球近似的形体,其表面(大地水准面)并不规则,需采用与其近似且可用数学公式表达的旋转椭球面代替,以作为测量和制图的基础。根据人造地球卫星的测定,地球的形状并非标准椭球体而近似梨形,故称地球梨状体。它的南极凹进 25.8 m,北极高出 18.9 m,中纬度南半球突出,北半球缩进 7.5 m。南北半球也不对称。北半球的半径比南半球的半径平均差约 31.8 m。尽管如此,与地球半径 6 371 km 相比仍微不足道。

三、地球的表面特征

地球表面高低起伏变化很大,基本上分为陆地和海洋两大部分。陆地面积为 1.49 亿 km^2 ,占地球表面积的 29.2%,海洋面积约为 3.62 亿 km^2 ,占地球表面积的 70.8%。海陆分布是不均匀的,陆地主要集中在北半球,占北半球总面积的 39%,而南半球陆地面积仅占 19%。陆地最高点是我国青藏高原的珠穆朗玛峰,海拔高度为 8 844.43 m,海洋最深的海沟是太平洋西部的马里亚纳海沟,其最深处斐查兹海渊深达 11 034 m。

(一) 陆地地形

按其起伏高度陆地地形可分为山地、丘陵、高原、平原和盆地。

1. 山地

海拔高程大于 500 m、地形起伏较大、相对高程 200 m 以上的地区称为山地。一般而言,海拔 500~1 000 m 者为低山;海拔 1 000~3 500 m 者为中山;海拔大于 3 500 m 者为高山。呈线状分布的山地称为山脉。例如南、北美洲西缘的海岸山脉和亚洲的喜马拉雅山脉、欧洲的阿尔卑斯山脉等。

2. 丘陵

是指大陆表面地形具有一定起伏的地区,一般海拔在 500 m 以下,相对高差多在数十米左右,最大高差不超过 200 m。丘陵地形特征介于山地和平原之间。例如我国东南丘陵、川中丘陵等。

3. 平原

是指面积较大的地势平坦或地形略具起伏的地区,其内部相对高差一般不超过数十米,如我国的华北平原、松辽平原、成都平原等。

4. 高原

是指海拔在 600 m 以上、表面较为平坦或有一定起伏的广阔地区。世界上著名的高原有青藏高原、蒙古高原、伊朗高原、埃塞俄比亚高原、巴西高原等。

5. 裂谷系统

大陆上有一些宏伟的线状低洼谷地,这是地壳上被拉张而裂开的地区。平面上这些谷地呈近九十度或更大角度的“之”字形曲折延伸且常有分枝、合并现象。此类谷地称为裂谷或大陆裂谷系统。裂谷一般发生在隆起或高原地区顶部,谷宽 30~50 km 或更宽,其两壁多为陡峭的断崖。著名的东非大裂谷(图 1-2)即由一系列峡谷和湖泊组成,其南端始于莫桑比克附近,向北经马拉维湖、坦噶尼喀湖、维多利亚湖、阿法尔地区(红海、亚丁湾拐点两岸)、红海、亚喀巴湾、死海至约旦河谷。全长约 7 000 km,主要地段位于海拔 2 000~3 000 m 的东非高原、埃塞俄比亚、豪德等高原上。

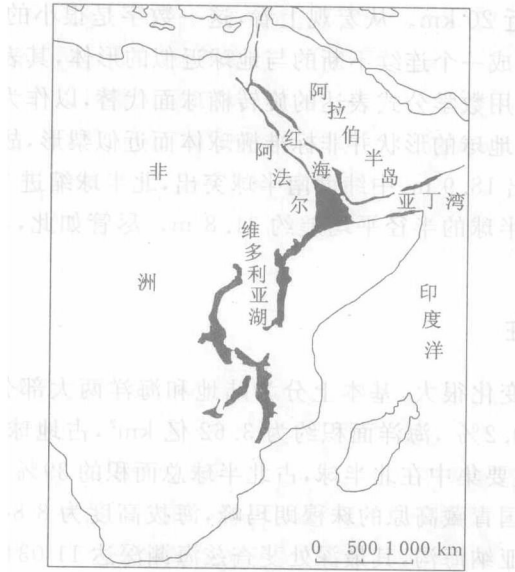


图 1-2 东非裂谷示意图

(二) 海底地形

海底并不平坦,地形有起伏变化,有的地方地形相当复杂。按海水深度和地形特点,海底地形可分为海岸带(滨海带)、浅海带(陆棚或大陆架)、半深海带(大陆坡)、深海带(洋床或洋盆)和深海沟、海岭等(图 1-3)。

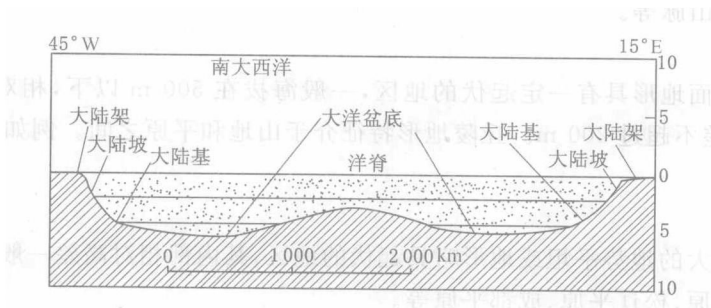


图 1-3 南大西洋海底地形示意图

海底面积约占地球表面的 71%,海底具有比大陆更广阔更平坦的平原,也有更险峻、宏伟的山脉和深陡的峡谷。但因海底不似大陆那样长期经受各种外力破坏,而主要受沉积作用改造,故总体看仍比大陆表面简单些。根据海底地形的基本特征,可以将海底分为海岭、海沟、大洋盆地、大陆边缘等地形单元。

1. 海岭

一般而言,海底的山脉泛称海岭,其中那些位于大洋中间、经常发生地震、正在活动的海岭称为洋脊或洋中脊。洋脊为海底线状隆起地带,呈一系列平行的鱼鳍状山脉。其中部最高,中央部位常有一条巨大裂谷,称为中央裂谷。太平洋洋脊的中央裂谷不明显而称之为洋隆或洋中隆。洋脊宽可达 1 000~2 000 km,高出深海底 2 000~4 000 m。各大洋的洋脊互

相连接,主干洋脊从北冰洋经大西洋进入印度洋,然后横跨南太平洋向北进入美洲西海岸的加利福尼亚湾,全长近 65 000 km,占地球表面积近四分之一,是地壳表面最大的地形和地质单元。洋脊常被一系列横向断裂断开,断裂均以陡崖为标志,表现为巨型裂隙,洋脊被错开的水平位移累计约 4 000 km,显示出地球表层的大规模水平运动。

中央裂谷两壁陡峭,宽数十公里,深可达 1 000~2 000 m。在有些地方和大陆裂谷互连接构成全球裂谷系统。如阿法尔地区、东非大裂谷的陆上部分与红海、亚丁海的洋脊呈三叉形交汇在一起。在冰岛大西洋洋脊出露于大陆而成为陆上裂谷。

2. 海沟

一般把海底的长条形洼地称为海槽,其中较深且边坡较陡者称为海沟或深海沟。

海沟是地球表面最低洼的地区,其深度一般大于 6 km,马里亚纳海沟深度超过 8 000 km,最深处斐查兹海渊深达 11 km。比邻近的深海底深几千米。海沟很窄,宽度一般小于 100 km,但延伸可达数千千米以上。

海沟多位于大洋盆地边缘,其两侧边坡靠近大洋侧的边坡较缓而靠近大陆侧的较陡。海沟主要发育在太平洋边缘,从新西兰附近开始,经印度尼西亚和日本然后向北沿着阿留申群岛南侧一直延伸到阿拉斯加,然后再折向南,从中美的太平洋沿岸经南美海岸到智利南端。海沟的一个重要特点是在其靠大陆一侧有一条平行的隆起地形。海沟紧靠大陆时该隆起地形即为海岸山脉;靠大陆一侧为海时该隆起地形则是一条与其平行的岛屿且呈弧形排列,弧顶朝向大洋一侧,称为岛弧。海沟和岛弧合称为岛弧—海沟系。

从宏观上看,海沟显然是一种巨型裂缝,大多数海沟的两侧边壁是不平整的,有一系列平行主沟的次一级脊和槽,海沟只填充厚度不大的沉积物($<1\ 000\text{ m}$)。岛弧—海沟系是地球表面地震频繁发生的地带,火山活动亦经常出现。

3. 大洋盆地

大洋盆地是海底地形的主体,约占海底面积的一半,一般水深为 4 000~5 000 m,平均深 3 700 m。大洋盆地总体而言比较平坦,虽然有些起伏但并不显著。大洋盆地可分为深海丘陵和深海平原两部分。深海丘陵由一些比较低缓的小山丘组成,这些小山丘底宽 1~10 km,高 50~1 000 m,边坡较陡、顶部平缓,呈圆形或椭圆形穹形丘。一般认为由火山形成,几乎全由玄武岩组成。深海丘陵多分布在靠近洋脊的地方,在太平洋中最发育。

深海丘陵向大陆方向逐渐转为深海平原。其表面坡度一般只有万分之几,最大不超过千分之一,是固体地球表面最平坦的地区。深海平原在大西洋比较发育。

4. 海山

海山是指大洋底上孤立或比较孤立的隆起地形,其高度大于 1 000 m,一般多呈圆锥形,边坡较陡。海山均由玄武岩构成。有些较大的海山顶部出露于海面之上而成为岛屿。绝大部分海山都是由海底火山形成的。有的海山顶部平坦,称为平顶海山。一般认为,高度在海平面附近的海山顶部被海水冲蚀夷平,后来由于区域性下沉、没入水下而形成平顶海山。大洋中特别是太平洋中有些海山呈线状分布,出露于海面者则构成岛链。太平洋中著名的夏威夷群岛就是最长的岛链,全长约 6 000 km。其中,冒纳罗亚火山海拔 4 170 m,高出海底 9 000 余米。

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。大陆边

缘包括:大陆架、大陆坡和大陆基,大陆基实际上是大陆坡和大洋盆地的过渡地带。大陆架是大陆边缘的主要地形单元(图 1-4)。

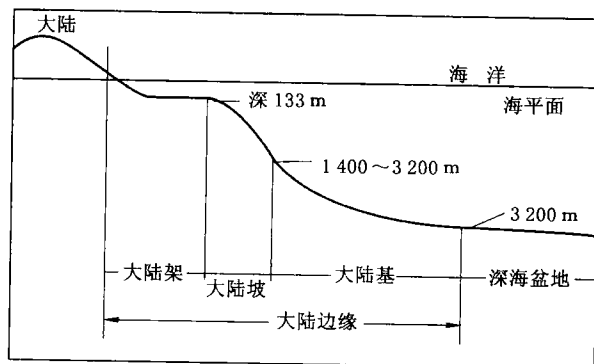


图 1-4 大陆边缘地形示意图

① 大陆架——大陆架是紧靠大陆分布的浅水台地,是大陆在水下自然延伸的部分。表面平坦,一般坡度小于 0.1° 。大陆架外缘有一坡度明显变陡的坡度转折线,坡度转折线之下则属大陆坡。大陆架平均水深 133 m,平均宽度 75 km。欧亚大陆、北冰洋沿岸的大陆架最发育,宽达 500 km 以上;印度洋沿岸的大陆架最不发育。我国东部海域大陆架宽达 500 km 左右。

② 大陆坡——海底从大陆架外缘坡折线开始,沿较陡的斜坡一直到深海海底,这个斜坡地带称为大陆坡。大陆坡的平均坡度为 4.3° ,最大可达 20° ,宽度很窄,只有 20 至 40 km,平均 28 km。坡脚的深度为 1400~3000 m 左右。大陆坡在许多地方被通向深海底的深海“V”形峡谷切割。这些海底峡谷深达数百米,两壁陡峭可达 45° 以上。有的峡谷可能是被淹没的河谷,但大多数峡谷由近海底含有大量悬浮碎屑物质、密度较大的浊流冲蚀而成。

③ 大陆基——大陆坡从坡脚处坡度逐渐变缓过渡为大洋盆地,这一过渡地带称为大陆基。大陆基由海洋沉积物组成,其表面常有被浊流冲蚀的沟渠。

第二节 地球的圈层构造

地球的圈层构造,是指地球组成物质在空间的分布和彼此之间的关系。地球并非均质体,其组成物质的分布呈同心圈层结构。以地壳表层为界大致可分为地球的内部圈层和地球的外部圈层。内、外圈层又可进一步划分成几个不同的圈层。每一圈层都有其自己的物质运动特征和物理、化学性质,它们对各种动力地质作用都有程度不同的直接或间接影响。因此,对各圈层的了解有助于我们加深对各种动力地质作用原理的理解。

一、地球外部圈层的划分及其主要特征

地球的外部圈层(外圈),是指包围固体地球表层的地球组成部分,根据其物理性质和状态不同可分为大气圈、水圈和生物圈。外圈是人类生活环境的基本要素,也是外部动力地质作用的动力。整个固体地球的表层均在外圈影响范围,因此在固体地球表层的历史演化进