



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

综合地质

◀◀ 国土资源调查专业 ▶▶

主 编 彭真万 韩运宴

中国建筑工业出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

综 合 地 质

(国土资源调查专业)

主 编 彭真万 韩运宴
责任主审 毕孔彰
审 稿 许绍倬 区永和

中国建筑工程出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

综合地质/彭真万, 韩运宴主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2002

中等职业教育国家规划教材. 国土资源调查专业
ISBN 7-112-05430-3

I. 综… II. ①彭…②韩… III. 地质学-专业学校-教材
IV. P5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 100369 号

本书是根据教育部职教司组织制订的中等职业学校三年制国土资源调查专业“综合地质”课程教学大纲基本精神编写的, 是教育部面向 21 世纪中等职业教育国家规划教材。

本书共分五篇二十章。主要内容包括: 地球概况与地质作用、结晶学基础与矿物、岩石、古生物基础与地史、构造地质。

与有关章节内容相应的实习共 39 次, 合编成综合地质实习指导书放于书末。

本书适用于全日制中等职业学校国土资源调查专业, 适用学时 200 ~ 260 学时; 可作为全日制中等职业学校地质矿产普查专业、矿业开发与管理工作专业、水文地质与工程地质专业的选用教材; 也可供岩土工程、物理探矿、钻探工程、坑探工程、岩矿分析专业参考; 同时也是一本一般地质工作人员的实用参考书。

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

综合地质

(国土资源调查专业)

主 编 彭真万 韩运宴
责任编辑 毕孔彰
审 稿 许绍倬 区永和

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)
新华书店总店科技发行所发行
北京市书林印刷厂

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 22 $\frac{3}{4}$ 字数: 551 千字

2003 年 2 月第一版 2003 年 2 月第一次印刷

印数: 1—2000 册 定价: 28.00 元

ISBN 7-112-05430-3

TU·4754 (11044)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002年10月

前 言

本书是根据教育部职教司组织制定的“综合地质”课程教学大纲基本精神和为近年创办的新专业——国土资源调查专业而编写的一本教材。由于中等职业教育及教学的改革和发展，编写一本适宜培养国土资源调查一线岗位的高素质劳动者和满足中、初级专门人才的需要；内容上既保证基础教材的要求，又尽可能反映行业的新理论、新方法；适用性广，可为国土资源调查专业使用及相关专业选用；理论知识与实践技能紧密结合；结构层次科学合理、文字通俗易懂的教材，是本书全体编者的努力目标。

本书由于总信息量大、知识面宽、总学时数多及内容的体系特点突出，编写时采用了相对独立的模块式结构，但模块间的有机联系是紧密的。全书共分五篇二十章，第一篇阐述地球概况及各种地质作用；第二篇介绍结晶学知识和矿物总论与各论；第三篇介绍岩浆岩、沉积岩、变质岩三大岩类的基本理论及岩石特征，同时介绍了我国目前国土资源调查中正在试行实施的花岗岩类区 1:50000 区域地质填图新方法中的新理论和新内容；第四篇介绍古生物基础与地史知识，其中介绍了沉积地层基本层序—区域地层格架—区域地层模型的概念等有关新理论；第五篇阐述构造地质的基本内容。书中带有“*”者为选学内容。

本书的编写分工为：江西应用技术职业学院徐有华（第一章、第二章一、二节）、周仁元（第二章三~十节）；湖北国土资源工程学校韩运宴（第三~五章、实习一~十二）；江西应用技术职业学院彭真万（绪论、第六~十二章、实习十三~二十六）、徐敏（第十三章一~四节、第十四章一~二节）、蔡汝青（第十三章五~六节、第十四章三~五节）、王昭雁（第十五~十七章、实习二十七~三十二）、鲍洪均（第十八~二十章、实习三十三~三十九）。全书由彭真万统编定稿。全书由国土资源部咨询研究中心的毕孔彰教授、许绍倬教授和中国地质大学的区永和教授主审。

在编写过程中，得到了江西应用技术职业学院领导的大力支持和帮助，许多同行提出了宝贵的意见；书中引用了大量前人工作成果和现行相关教材的有关内容，对此，编者深表谢意。鉴于编者水平有限，成书时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，热切地希望广大读者批评指正。

编者

目 录

绪论.....	1
---------	---

第一篇 地球概况与地质作用

第一章 地球概况	5
第一节 地球的形态.....	5
第二节 地球的主要物理性质.....	7
第三节 地球的圈层构造.....	10
第四节 地壳物质组成和地球年龄.....	13
第二章 地质作用	16
第一节 地质作用及其分类.....	16
第二节 风化作用.....	18
第三节 地面流水的地质作用.....	20
第四节 地下水的地质作用.....	24
第五节 湖泊及沼泽的地质作用.....	28
第六节 海洋的地质作用.....	30
第七节 冰川的地质作用.....	33
第八节 风的地质作用.....	36
第九节 地壳运动.....	38
* 第十节 地震作用.....	39

第二篇 结晶学基础与矿物

第三章 矿物结晶学基础	43
第一节 晶体概述.....	43
* 第二节 晶体的对称.....	47
* 第三节 晶体的理想形状——单形和聚形.....	53
* 第四节 晶体的规则连生.....	64
第四章 矿物通论	67
第一节 矿物的化学组成.....	67
第二节 矿物的形态.....	71
第三节 矿物的物理性质.....	75
第四节 矿物的成因.....	81
第五节 矿物的鉴定法和研究法.....	84
第五章 矿物各论	90

第一节	矿物的分类和命名	90
第二节	自然元素大类	91
第三节	硫化物大类	93
第四节	氧化物及氢氧化物大类	99
第五节	卤化物大类	104
第六节	含氧盐大类	105

第三篇 岩 石

第六章 岩浆岩概论	126
第一节 岩浆岩及其物质成分	126
第二节 岩浆岩的结构和构造	131
第三节 岩浆岩的产状	134
第四节 岩浆岩的分类	135
第七章 岩浆岩各论	139
第一节 橄榄岩——苦橄岩类（超基性岩类）	139
第二节 辉长岩——玄武岩类（基性岩类）	140
第三节 闪长岩——安山岩类（中性岩类）	141
第四节 花岗岩——流纹岩类（酸性岩类）	141
第五节 正长岩——粗面岩类（中性过渡性岩类）	142
第六节 霞石正长岩——响岩类（碱性岩类）	143
第七节 碳酸岩类	144
第八节 脉岩类	145
第八章 岩浆岩的成因	147
第一节 岩浆岩多样性的原因	147
第二节 主要岩浆岩的成因	148
第九章 花岗岩类同源岩浆演化序列及岩石谱系单位	150
第一节 花岗岩类同源岩浆演化序列	150
第二节 花岗岩类岩石谱系单位	156
*第十章 CIPW 标准矿物计算法	159
第十一章 沉积岩概论	165
第一节 沉积岩的概念及其研究意义	165
第二节 沉积岩的形成过程	165
第三节 沉积岩的物质成分	169
第四节 沉积岩的结构、构造和颜色	171
第五节 沉积岩的分类	173
第十二章 沉积岩各论	174
第一节 陆源碎屑岩类	174
第二节 火山碎屑岩类	179
第三节 泥质岩类	182

第四节	碳酸盐岩类	184
第五节	其他沉积岩类	189
第十三章	变质岩概论	191
第一节	变质作用及变质岩	191
第二节	变质作用的因素	191
第三节	变质作用的方式	192
第四节	变质作用的类型	193
第五节	变质岩的物质成分	194
第六节	变质岩的结构构造	195
第十四章	变质岩各论	199
第一节	接触变质岩类	199
第二节	气成热液变质岩类	201
第三节	动力变质岩类	202
第四节	区域变质岩类	204
第五节	混合岩类	206

第四篇 古生物基础与地史

第十五章	古生物基础	209
第一节	古生物概述	209
第二节	主要古生物类别简介	211
第十六章	地史概论	220
第一节	地层的划分、对比及地质年代表	220
第二节	岩相分析	224
第三节	沉积地层的基本层序、地层格架和地层模型	227
第十七章	地史简述	229
第一节	前古生代简述	229
第二节	古生代简述	234
第三节	中生代、新生代简述	243

第五篇 构造地质

第十八章	构造地质基础	252
第一节	岩层的成层构造及其产状	252
* 第二节	岩石应变分析基础	260
第十九章	地质构造的类型及特征	265
第一节	褶皱构造	265
第二节	节理	272
第三节	断层	275
第四节	劈理和线理	282
第二十章	地质图的判读	287

第一节 地质图的概念	287
第二节 地质图的判读	288
综合地质实习指导书	292
参考文献	354

绪 论

一、综合地质研究的内容及任务

综合地质是地质科学中的一部分。地质学是研究地球的一门自然科学，目前主要研究地球的表层——地壳。地质学研究的内容十分广泛，按其内容和性质可划分为许多方面，并相应地形成许多分支学科。

研究地壳物质组成及变化规律，其学科有结晶学、矿物学、岩石学、矿床学及地球化学等；研究地壳构造和运动及地表形态，其学科有构造地质学、大地构造学、动力地质学、地貌学等；研究地壳演变历史及古生物发展演化规律，其学科有古生物学、地史学、地层学等；研究地下资源的找寻和勘探方法，以及地质环境评价和对策的学科，有找矿勘探地质学、遥感地质学、水文地质学、工程地质学、探矿工程学、地球物理勘探学、地球化学勘探学、环境地质学、数学地质学、地震学等。

综合地质包含了普通地质、矿物与岩石、古生物地史、构造地质等多门中等职业学校地质专业基础课的基本内容，是多门地质基础课程的综合。但在深度和广度上要小，同时，增添了部分新的理论知识和方法。综合地质具体研究的内容包括以下几个方面：

了解地球的基本概况，包括地球的形状、大小、表面特征、物理性质及其分层。研究地表及地下发生的各种地质作用。

了解地壳的物质组成，着重研究组成地壳的主要矿物和岩石。

了解地球上生物的发展和演化，研究各个地史时期生物种类、进化及地壳的演变历史。

了解地壳运动，研究地壳运动产生的各种地质构造的特征等。

人类生活在地球上，一切生活资料和生产资料都取之于地球。因此，只有了解并掌握地球的现状、特点及其发展和变化规律，才能更好地开发和利用地下的矿产资源、能源和水资源，才能更确切地预防和预报地震、火山爆发、山崩、地滑、洪水、风沙、地面沉降等各种自然灾害。学生通过本课程的学习，了解和掌握地质学的基本理论、基础知识和地质工作的基本情况，才能将来更好地为国土资源调查事业服务。

二、地质学发展概况

地质学和其他科学一样，是人类在长期的生产实践和科学探索过程中发展起来的。

人类社会的文明，是与劳动工具的制造以及矿产资源的开发利用分不开的。人类利用矿物、岩石，要追溯到二三百万年以前。我们的祖先在穴居时代，就利用石英、燧石作为劳动工具，在四五十万年以前的北京猿人就会使用各种石器。

早在 4000 多年前，我们的祖先就已开采陶土、铜、锡之类的矿产。在 2000 多年前我国人民已经掌握了铁的冶炼技术；并已知道运用磁铁矿的磁性，发明了世界上最早的“司南”（指南针）。魏晋时期，煤、石油、天然气已用做生活燃料。成书于 2000 多年前的《山海经》，记述了 100 多种矿产，并对山脉、河流、海陆变迁以及自然地理等方面进行了

描述和记载。唐朝学者颜真卿对化石已有一定的认识，并根据化石而论证了某些沉积岩的形成环境。明朝药物学家李时珍在《本草纲目》中，记载了 200 多种药用矿物和岩石，并对其中的许多矿物、岩石做了比较详细的描述。我国古代劳动人民在生产实践中不断积累和总结了许多地质方面的知识，对矿物和矿床的形成、特征和分布，对矿产的寻找、开采，对矿石的冶炼和应用，对地质作用和地质现象以及化石和地层等方面都有一定的认识和研究。

17 世纪欧洲资本主义生产发展和 18 世纪产业革命的推动，促进了矿冶业的兴起，人们从大量的地质调查和矿产开采的实践中获得了丰富的实际资料，并进行系统的研究和总结，地质学逐渐成为一门独立的学科。第一个使现代地质学初步系统化的是德国矿物学家魏尔纳（1749~1817 年），他于 1775 年在德国富来堡矿业学院第一个开设了地质学这门新课。英国著名地质学家莱伊尔（1797~1875 年），在掌握了大量丰富的第一手地质资料的基础上，建立了著名的“将今论古”的现实主义原则。认为说明过去地质现象的原理应在现在的地质作用中寻找。提出了过去和现在的地质作用的同一性概念，为地质学理论的发展起了重要的推动作用。他于 1830~1833 年分三册相继出版了他的主要论著《地质学原理》。为地质科学体系的建立，奠定了重要的基础。这是一部反映 19 世纪地质学理论发展水平的经典性作品，被誉为自然科学史上划时代的名著。

我国古代劳动人民虽然很早就有了关于地质学的许多萌芽思想。但由于长期的封建统治，没有得到发展。现代地质学出现后，由于帝国主义的相继侵略，使我国沦为半封建、半殖民地的国家。我国的地质学和其他科学一样，一直也得不到顺利发展，而且还受到严重的摧残。解放前的旧中国，只有 200 多名地质人员和 14 台破旧钻机，仅对 18 种矿产进行过粗略勘查。但是，即使在这样艰难困苦的条件下，以章鸿钊、李四光为代表的一批地质学家仍然做了大量地质调查和研究工作，为推动我国的地质科学发展做出了重要贡献。

新中国成立后，我国的地质事业得到了很大的发展，取得了巨大成就。我国的地质队伍现在已发展成为具有一定科学技术水平的百万地质大军。目前，1:200000 区域地质调查工作已基本完成，1:50000 区域地质调查正在许多地区展开，新一轮的国土资源大调查正在启动。我国已发现的矿产有 160 多种；已探明储量的有近 150 种；其中钨、钼等 20 多种矿产的探明储量居世界前列。建国 50 多年来，我国地质教育事业也得到了迅速发展，为国家培养了大批地质技术人员。在大量地质工作基础上，获得了丰富的地层、古生物、地质构造、矿物、岩石、矿床、地球物理和地球化学等方面的资料和研究成果，不仅为经济建设和国防建设提供了重要资料，同时在地质理论方面也取得很大成就。我国人民与世界人民一起，将地质学发展到了一个很高的水平。

三、综合地质在国民经济建设中的作用

矿产资源是工农业建设和国防建设不可缺少的物质基础。探明矿产资源、提供各种地质资料是加速实现我国现代化的重要保证。

工农业建设与人民生活都离不开煤、石油、天然气等。煤、石油、天然气等不仅能作为动力原料，而且经过提炼加工还可以生产制造尼龙、橡胶、塑料、医药、化肥及化工原料等各种产品，它们是极有价值的重要矿产资源。

发展工业需要各种矿产资源。例如钢铁企业需要铁矿石、锰矿石、萤石、菱镁矿等；特种钢的生产还需要铬、镍、钒、钛等；有色冶金工业少不了铜、铅、锌、铝、锡、锑等

矿产。现代的尖端工业，如原子能工业需要铀和钍；半导体工业需要硅和锗；航空、航天工业需要铝和钛。发展农业需要氮、磷、钾等矿产资源。

水是宝贵的资源。工农业生产、人民生活都必须用水。地下水是水资源的重要组成部分，合理开发和利用地下水资源，需要地质工作提供必要的水文地质资料。

工程建设如铁路、公路、桥梁、水库、港口、厂矿等，都必须有相应的工程地质、地震地质等资料作为依据。国土整治、农业灾害的防治、水土保持、土壤改良、土地资源的开发与利用等都离不开地质工作。

此外，地质学的研究和应用，在消除和防治自然灾害方面，如地震预报、滑坡、泥石流的防治，城市地面沉降的处理等方面都取得了较大的进展，为保障人民生命和财产安全，及保证国民经济的发展起到了一定的作用。

综上所述，地质工作在发展国民经济中具有重大的作用。工业、农业、国防和科学技术现代化等都离不开它。要搞好地质工作，要有大批地质人才，只有牢固地掌握地质的基本理论和基本技能，才能运用地质学理论和方法指导地质工作实践，才能为祖国实现四个现代化作出贡献。

四、学习综合地质应该注意的问题

综合地质是国土资源调查专业的一门专业课，其内容性质与语文、数学、物理、化学等基础课不同，它有自己独具的特点，所以学习方法也有较大的差别。

1. 综合地质是一门工科类课程，但也具有许多文科类的性质，对同学们来说是一门生疏的新课。所以同学们在学习时除了充分理解有关的理论、定义外，头脑中需要记忆一定量的讲课内容。尤其是矿物、岩石、古生物化石的特征，需在通过实习的基础上不断地熟悉记忆下来，只有头脑中课程内容信息量多了，才能学好本课程和提高分析运用能力。

2. 综合地质研究对象具有整体规模宏伟、个体差异巨大的特点，综合地质是以整个地壳为研究对象，具体研究各种地质作用及其产物。其中如一个矿物、一块古生物化石，它们是有形、直观及个体小的，可直接在室内进行观察、描述和研究；而如一个岩体、一套地层，其规模则可能是宏大的，但也是有形、直观的，需要运用掌握的理论知识到野外才能研究清楚；当要研究某个地史时期的地壳运动，则研究对象是无形的、宏伟的，它可能涉及整个地壳表面的海陆变迁。

而地质作用及其产物又具有形成时间漫长、久远及复杂性、规律性明显的特点。如地壳中岩体的形成，不是几百、几千年可以完成的，而是以百万年为单位，是几百万年或上亿年以前经过数百万年的时间形成的。雄伟的喜马拉雅山系据有关地质专家推算，从印度板块与亚欧板块发生碰撞开始至形成现今的山系，经历了 2500 万年。

复杂性体现在各种作用及其产物的形成环境、形成过程、影响因素的复杂，而各种产物形成以后，又经历了漫长地史时期的复杂改造，还有不同地区的差异性等。规律性表现为各种地质作用及其产物不是任意发生形成的，而是有其发生发展的必然规律，大家从煤、石油、山川地貌的形成就不难理解这两方面的情况。

针对以上特点，我们学习本课程时，就要建立起认识地质事件的时空观，从宏观到微观，从整个地壳到大洋、大陆；从山系、盆地到褶皱、断层，从岩体、地层到矿物、岩石、化石标本。确定研究对象的尺度，针对性地进行学习和研究。要用辩证的思维方法，要有整体与局部、发展与变化的观念，常用由表及里的方法、“将今论古”的方法，理解、

分析、归纳以至掌握每种地质作用的发生、发展及其变化规律，各种地质作用产物的特征、成因及其相互关系。再一个重要的就是实践，综合地质是一门实践性很强的科学。除了主要在室内、野外实习教学中不断加深理解和掌握有关内容外，还要经常有意识地将所学内容与自然界见到的各种自然现象、地质现象联系起来，学以致用，从不断的观察、对比、分析中，来加深理解所学的知识。

第一篇 地球概况与地质作用

第一章 地球概况

第一节 地球的形态

一、地球的形状和大小

随着生产发展和科学进步，人们对地球的形状和大小的认识愈来愈准确。地球不是一个圆球体，而是一个实心椭球体，它的赤道半径稍大，两极半径稍小。目前通过人造卫星观测和计算，已能较精确地获得地球形状和大小的数据，现根据 1975 年第 16 届国际大地测量和地球物理协会公布的有关地球形状和大小的修订数据介绍如下：

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
长短半径差 $a - c$	21.385km
扁率 $(a - c) / a$	1/298.253
表面积 $4\pi R^2$	510064472km ²
体积 $4/3\pi R^3$	10832 × 10 ⁸ km ³

根据人造卫星轨道参数分析测算所得出的地球真实形状，北极比旋转椭球体凸出约 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）。据此可以推论：第一，地球极近似于旋转椭球体，这是地球自转所致，表明它具有弹性；第二，地球不是严格的旋转椭球体，表明其内部物质分布不均匀。

二、地球的表面形态特征

地球的表面高低不平，以海平面为界，分为海洋盆地与大陆两大地理单元。前者总面积有 $3.61 \times 10^8 \text{km}^2$ ，占地球表面积的 70.8%，后者总面积有 $1.49 \times 10^8 \text{km}^2$ ，占地球表面积的 29.2%。海洋盆地的平均深度为 3729m，最深处在西太平洋马里亚纳海沟的中段，最深点达 11034m。大陆的平均高度为 875m，最高处为喜马拉雅山脉的珠穆朗玛峰，其高度为 8848m，地球表面最高点与最低点之差近 20km。

（一）陆地地形

按高程和起伏特征，将陆地分为以下几类地形单元：

1. 山地

一般把海拔高程大于 500m、切割深度大于 200m 的正地形称为山或山地。其中 500 ~ 1000m 的地区，称低山区；1000 ~ 3500m 的地区，称中山区；3500 ~ 5000m 的地区，称高

山区；超过 5000m 的地区，称极高山区。呈线状延伸的山地称山脉。我国是一个多山的国家，海拔超过 500m 的地区面积（包括山地和高原）占全国总面积的 84%。

2. 丘陵

海拔低于 500m、具有一定起伏（相对高差在 200m 以下）的地区，称为丘陵，如闽浙丘陵、两广丘陵等。

3. 平原

海拔低于 500m 的广阔而平坦的地区，称为平原，如华北平原、长江中下游平原等。

4. 高原

海拔 600m 以上，广阔而较为平坦的地区，称为高原，如青藏高原、蒙古高原等。

5. 盆地

四周被山地（或较高的高地）包围、中间较低且起伏不大的地区，称为盆地，如塔里木盆地、四川盆地等。

（二）海底地形

通过大量的海洋测深而绘成的洋底地形图显示，洋底地形与陆地类似，但其规模更宏伟。洋底地形可划分为三大地形单元：大陆边缘、大洋盆地和洋中脊。

1. 大陆边缘

大陆与大洋相连接的过渡地带，称大陆边缘。其总面积有 $80.7 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，占洋底总面积的 22.3%，相当于大陆面积的 54%。按海平面以下的深度和形态特征，可细分为大陆架、大陆坡、大陆基，以及海沟和岛弧等地形单元（图 1-1）。

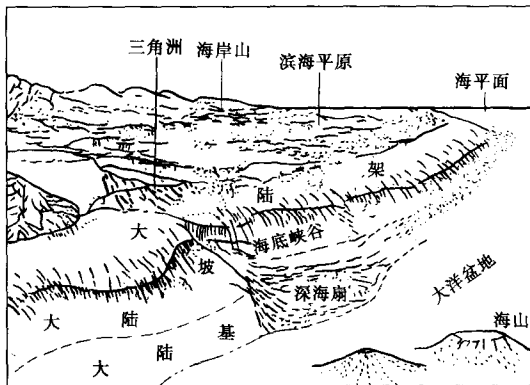


图 1-1 大陆边缘地形示意图

（据叶俊林等编，《地质学概述》，1996）

坡度变化不明显的地区通常以 200m 水深处作为大陆架与大陆坡的分界。大陆架在各大陆周围宽度不等，最宽的超过 1000km，窄的仅数千米。世界大陆架平均宽度约 75km。我国的大陆架宽度超过 200km。

（2）大陆坡 大陆架以外坡度明显变陡的斜坡地带称为大陆坡，其平均坡度约 4° ，最陡的可超过 20° 。大陆坡下界的平均水深约 2000m。其外侧为坡度甚缓的大陆基。大陆坡的宽度平均 30km，最宽的部位可超过 100km。大陆坡上常发育有海底峡谷，谷壁陡峭，剖面形态呈“V”字形。有的峡谷穿过大陆架与大陆的河口相连。

（3）大陆基 大陆基（又称大陆裙）是介于大陆坡与大洋盆地之间的缓坡地带，其下界水深约 4000m，展布宽度数百千米。大陆基表面坡度一般小于 1° ，通常是浊流和滑塌作用在大陆坡麓堆积而成的平坦地形。在海沟发育的地区没有这一地形单元。

（4）海沟和岛弧 大洋盆地边缘深度超过 6000m 的带状凹地，称为海沟。海沟宽度仅

数千米至数十千米，长度最大可达几千千米。

太平洋盆地东缘的海沟东侧为南北美洲西缘的安底斯山脉。太平洋西北侧的海沟则多呈弧形，沿其凸出的一侧排列着大小岛屿，称为岛弧。岛弧地区的岛屿多数是火山岩岛。

2. 洋脊

贯穿于洋盆中央或一侧、延伸几万千米的洋底山脉，称为洋脊。洋脊的中央地带常分布有一条裂谷，深1~2km。仅东太平洋的洋脊顶部未见中央裂谷。洋脊底宽1000~3000km，顶部高出洋底2000m以上，有的地段可高出海面。

3. 大洋盆地

大洋盆地又称洋盆。洋盆是指大洋盆地中位于海沟与洋脊之间辽阔而平坦的洼地，一般深度4000~5000m。洋盆的面积约 $157.2 \times 10^6 \text{ km}^2$ ，占大洋盆地总面积的43.5%，为大陆面积的1.005倍。洋盆内可分为洋底丘陵、海山和洋底平原等三类大型地形单元。

(1) 洋底丘陵 洋底分布有高几十米至几百米的火山丘组成的丘陵地形。在太平洋中这类地形覆盖了约80%的洋底，成为岩石圈表面分布最广的地形单元。

(2) 洋底平原 该类地形是洋底极为平坦的地区，表面坡度小于1/1000。洋底平原多见于大西洋底。

(3) 海山 洋底上相对高度超过500m的孤立高地，称海山；相对高度超过1000m者，称海峰。这些地形多由火山喷发物堆积而成。有些海山、海峰呈链状分布，伸展上千千米。

第二节 地球的主要物理性质

地球的主要物理性质包括它的密度、压力、重力、磁性、温度。

一、地球的质量和密度

根据牛顿万有引力定律计算出地球的质量为 $5.976 \times 10^{24} \text{ kg}$ 。再除以地球的体积，则得出地球的平均密度为 $5.517 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，但是，按实际测地表岩石的平均密度为 $2.7 \times 10^3 \sim 2.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ；覆盖着地表面积达3/4的水的密度更小。因此，推测地球内部物质应具有更大的密度。这个推测为地震波在地球内部传播速度所证实。据地震波传播速度与密度的关系，得知地球内部的密度随着深度的增加而逐渐增加。

二、地球的重力

任何两个物体间都存在着相互间的吸引力，地球也不例外。地球上的任何质点都受到地球巨大质量的引力，引力的方向指向地心。质点除了受到地球的引力外，还受到地球自转产生的离心惯性力的作用，离心惯性

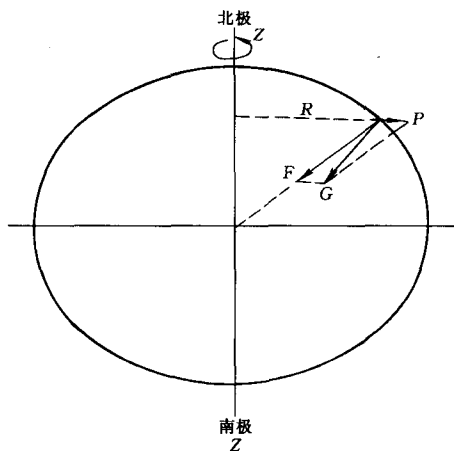


图1-2 地球的离心惯性力、引力和重力图解示意图
(据徐邦梁主编，《普通地质学》，1994)
Z—地球自转轴；G—重力；F—引力；P—离心力；R—纬度圆半径

力的方向是指向该质点到旋转轴的垂线的外缘。引力和离心力的合力就是重力(图 1-2)。根据重力与纬度的关系,理论上可以计算出各地的正常重力值(表 1-1)。实际测量的重力值与理论计算值常常不符,这种现象叫重力异常。引起重力异常的原因是复杂的,主要与地质体的物质组成和地壳构造有关。在物质密度大的地区,如在铜、铅、锌、铁、镍、钴、铬等金属矿区,由于物质密度较大,其对地面物质的引力较大,故实际重力值就会高于理论数值,形成正异常;在物质密度比较小的地区,如石油、煤、石膏等矿区,其实际重力值则会小于理论数值,形成负异常。利用重力异常的原理,可以寻找地下矿产,这种找矿方法就叫重力探矿法。精确的重力测量,对研究地球的形状、地壳的物质组成、地壳的构造、地壳的运动和地震预报等方面的工作都有很高的价值。

海平面上不同纬度的重力值
(据徐邦梁主编,《普通地质学》,1994)

表 1-1

纬度(°)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
重力值 (cm/s^2)	978.0	978.2	978.6	979.3	980.2	981.1	981.9	982.6	983.1	983.3

三、地球的压力

这里讲的压力是指地球内部物质受上覆物质的重力而产生的压力,即静压力。从地表到地心随着深度的增加,压力也不断增加。但由于物质密度和重力的不同,压力增加的数值也不一样。在近地表,深度每增加 1km,压力将增加约 $2.74 \times 10^7 \text{Pa}$,而在地心附近,深度每增加 1km,压力估计要增加 $6.1 \times 10^7 \text{Pa}$ 。根据推算,在 33km 处的压力为 $9.1 \times 10^8 \text{Pa}$;在 900km 深处则为 $3.87 \times 10^{10} \text{Pa}$;在 2900km 深处压力可达 $1.52 \times 10^{11} \text{Pa}$;到地心,压力可能高达 $3.55 \times 10^{11} \text{Pa}$ 。正因为地下存在着巨大的压力,在地下深处的熔融岩浆可以沿着裂隙向压力小的部位上涌,并可以喷涌出地表形成火山。在地表浅层,压力也足以使地下水、石油、天然气等沿裂隙或人工打开的通道自行流出地表。

四、地球内部的温度

火山喷发、温泉和矿井随深度而增温等现象表明地球内部储有很大的热能,可以说地球是一个巨大的热库。通过大量的调查研究发现,自地面向地下深处,地热增温现象是不均匀的。地面以下按温度状况可分为三层。

1. 外热层(变温层) 该层地温主要受太阳光辐射热的影响,其温度随季节、昼夜的变化而变化,故又称变温层。日变化影响深度较小,一般仅 1~1.5m,年变化影响深度可达 20~30m。

2. 常温层 该层地温与当地年平均温度大致相当,且常年保持不变,其深度大致为 20~40m。一般情况下中纬度较深,两极和赤道较浅;内陆地区较深,滨海地区较浅。

3. 增温层 常温层之下,地温随深度增大而逐渐增加。在大陆地区常温层以下至 30km 深处,大致每加深 30m,地温增高 1°C 。大洋底至 15km 深处,大致每加深 15m,地温增高 1°C 。深度每增加 100m 所升高的温度,称地温梯度,其单位是 $^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。地温梯度在各地是有差异的,例如在我国华北平原的地温梯度为 $2 \sim 3^\circ\text{C}/100\text{m}$,在安徽庐江则为 $4^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。

在地下深处,由于受压力和密度等因素的影响,地温的增加趋于缓慢。通过多种间接