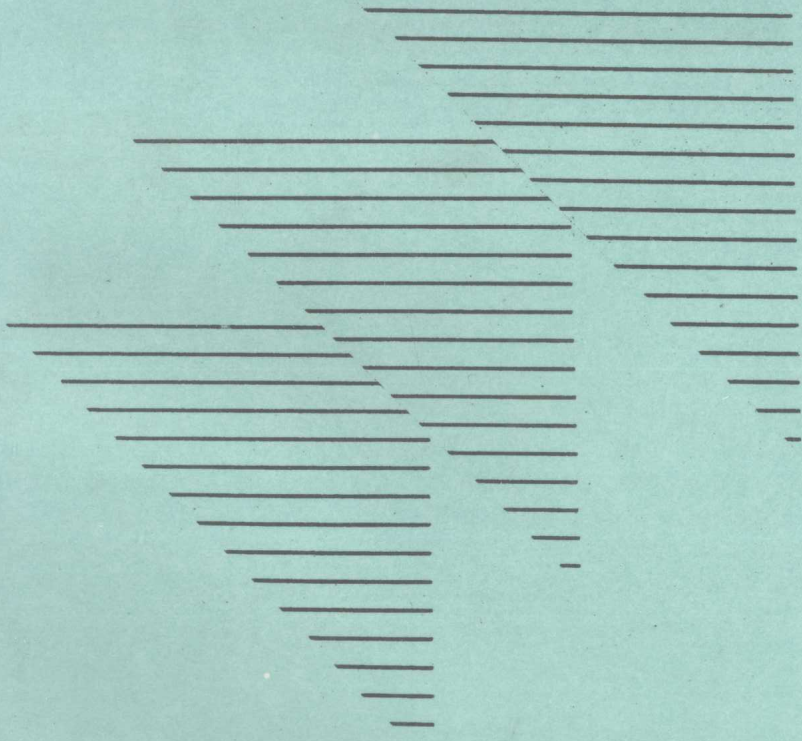


简明地貌与 第四纪地质学

□主编/郑喜森 白耕勤 刘金国



延边大学出版社

简明地貌与第四纪地质学

郑喜森 白耕勤 刘金国 主编

延边大学出版社

责任编辑:马永林

封面设计:魏国强

主 审 景才瑞

主 编 郑喜森 白耕勤 刘金国

副主编 王永慧 黄金龙 江金波

姚玉君 郭荣朝 孙汉民

付志军

编 委 王学良 王 鹏 乔平林 熊康宁

陈平平 杜忠潮 赵明宇

简明地貌与第四纪地质学

郑喜森 白耕勤 刘金国主编

延边大学出版社出版发行

(吉林省延吉市延边大学院内)

长春市第四印刷厂印刷

开本:850×1168 毫米 1/32

印张:11

字数:300 千字

印数:1—3,000

1995 年 12 月第 1 版

1996 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-5634-0849-5/K·66(课)

定价:16.00 元

绪 论

地貌学和第四纪地质学都是以地球为研究对象的重要的自然科学，主要侧重于地球表层，同属地学范畴。地貌学是自然地理学中的一个重要分支学科。第四纪地质学有人认为应该归属历史地质学，是其一个重要分支学科。笔者认为它是地质学和地理学的边缘学科，同时也是两学科联系的纽带。

随着人类社会的发展，人们对自然资源的需求不断增长，利用和开发自然的能力随之增强。这就给地貌学与第四纪地质学的研究提出了新问题、新要求，促进其向新的深度和广度进展。

一、地貌与第四纪地质学的研究内容

地貌学是研究地球表面起伏形态及其形成、发展和分布规律的科学。

地球上最大的地貌单元是大陆和海洋，大陆上有巨大的山地和平原，还有各种沟谷和沙丘等；海洋中有大洋盆地、大洋中脊和海沟。这些规模不同、形态各异的地形，成因虽不同，但总的来说都是内外力综合作用的结果。即内力形成地表起伏，外力则对地表进行塑造加工，也就是不断地进行夷平。内外力这种相互斗争、彼此消长的过程，也就是地表形态发展和演化的过程。从时间上看，在地球发展史上，地貌单元是时刻伴随着地球的演化及发展的，但在漫长的地质时期大多数地貌单元都被破坏，能够被保留下来的多数都是新生代以后的，特别是新生代晚期的第四纪期间形成的。各种类型和成因的地貌分布都有一定的规律。以内力作用为主的地貌分布和一定的大地构造单元、地质构造运动方向以及时间有一定关系。以外力作用为主形成的地貌，则有沿纬向的呈水平分布规律和

沿山地的垂直分布规律。

因此，地貌学的研究内容主要是地表形态的起伏特征；地貌的空间组合特征和分布规律；地貌的形成原因及其与其他自然地理要素之间关系；地貌形成时代、发育演化过程和发展趋向；地貌在自然地理环境中的地位和作用及其与生产实践的联系等。

第四纪地质学是研究第四纪期间发生的一切地质事件的形成、发展与分布规律的科学。既研究第四纪的地质作用及其结果，也研究地质作用及其结果在时间上的发展演化规律。

第四纪时期所发生的地质现象十分复杂、涉及面广，就其主要研究内容包括第四纪的构造运动；第四纪古气候；第四纪生物界；第四纪沉积环境和沉积物的成因类型；第四纪海平面的变化等。

二、地貌学与第四纪地质学的关系及其在地理学中的地位和作用

地貌学与第四纪地质学之间存在密切的内在联系，同时也具有相对独立的内涵及相应的学科体系。地貌是内营力和外营力共同作用于地球表面的结果，现代地貌主要是第四纪以来内力和外力作用的产物。对地貌的研究是研究第四纪构造运动的突破口，是研究第四纪地质学的重要手段和物质基础，是了解第四纪自然环境演化的基本因素之一。反过来，第四纪地质学所研究的内容是奠定现代地貌单元主要的内力和外力因素，同时对恢复地貌单元的本来面目也是重要的基础内容。

地貌与第四纪地质学是地理专业的基础课，所研究的主要对象都是地球表层。直接参与自然地理环境的构成。它们的基础知识、基本理论和基本方法，是地理专业所必需的。因此，它们是高等院校地理专业的必修专业课。

学习和掌握地貌与第四纪地质学的基础知识是学好自然地理学的基础。因为自然地理学的各个部门之间是相互联系、相互影响、相互补充和印证的。地貌与第四纪地质学所研究对象对水文、气候、土壤和生物产生深刻的影响。如巨型地貌起伏对气候和人文特

征的影响，地貌单元和第四纪堆积物等对土壤生物形成与分布的影响。而气候对地貌及第四纪生物分布等将产生巨大的控制作用。

掌握地貌与第四纪地质学基础知识是学好经济地理学和人文地理学的前提。因为经济地理学和人文地理学都是研究人类社会活动与地理环境之间相互关系的地域体系形成过程、结构、特点和发展规律。自然条件和自然资源的评价是它们研究的前提，这就需要直接运用地貌与第四纪地质学的某些知识。此外它们也应用地理学和技术地理科学（地理信息系统）的重要的信息源。

学好地貌与第四纪地质学基本知识是培养理论与实践相结合的中学地理教师人才的必需。现代中学的地理教学包括许多地貌与第四纪地质学的内容，需学生理解和掌握。此外，培养一定的野外地貌与第四纪地质学观察与分析能力，野外工作方法，对于一个中学地理教师组织学生开展地理课外活动和参与当地建设实践，更是大有裨益。

三、地貌与第四纪地质学在经济建设与人类生活中的作用

地貌与第四纪地质学与人类生产生活息息相关，随着社会与经济的发展，其作用越来越大，主要表现在以下几方面：

1. 指导工程建设

一般的工程建设基础都是在第四纪沉积层上和某一地貌单元上。如何选择建设工地以及在建设需要打桩、夯地、减坡等等。这些都需地貌与第四纪地质学的有关资料。如在道路工程中，我国冰川、沙漠、泥石流、岩溶以及第四纪沉积物等方面的研究，为西北、西南的铁道工程提出了积极的建议。在河道与港口方面，地貌与第四纪地质方面的研究，也做出了大量的贡献。如黄河下游游荡性河道的治理，三门峡水库的修建，长江中下游的裁弯取直和分汉河道的整治，长江三峡工程建设。我国北方及南方港口（上海、天津新港）的研究，对拦门沙的形成、淤泥质海滩的发育取得大量科学资料。

2. 指导矿产的普查与勘探

许多矿产资源的寻找要采用地貌与第四纪地质学的方法。如在第四纪沉积物和古溶洞中存在大量的金沙、锡矿、磁石、磷铁矿、金刚石、刚玉、石英等；风化壳中常有镍、铂及铝土矿等；在基岩矿的普查和勘探方面，利用地貌与第四纪地质学的方法，可以根据砂矿的发展与线索来追溯原生矿床。如根据基岩上覆盖的松散堆积物的研究和松散堆积物下伏的古地貌的研究发现基岩矿床；根据阶地堆积和河漫滩堆积中金刚石颗粒追溯原生矿——金伯利岩等。

3. 指导农业生产

一切土壤的形成母质都是第四纪堆积物，都形成发育在某地貌单元上。堆积物的物理性质和化学性质，很大程度上决定土壤的类型和肥力、成土母质的形成过程，对土壤改良有深刻的影响。不同地貌单元对如何进行水土保持、农作物类型的选择将起决定性的作用；对指导寻找水源、开发利用地下水将起重要作用，如通过古河道的研究寻找水源等。

4. 指导同自然灾害作斗争

一些灾害性的事件，如地震、山崩、滑坡、泥石流等，会给人民生命财产造成巨大损失，人们运用地貌与第四纪地质学的知识，研究它们的产生的机理和发展规律，及早预报和预防，可减少自然灾害造成的损失。

近几年，随着科技的发展，地貌学和第四纪地质学与实际的联系和结合越来越密切，在经济规划、国土整治、环境保护、旅游资源开发等方面得到广泛的应用。同时，也使这两门传统的学科不断得到充实、丰富、发展和深化。

四、地貌与第四纪地质学的特点和研究方法

1. 地貌与第四纪地质学的特点

(1) 时间上——悠久性 地球形成即伴随着地貌的产生，一个地貌单元往往需要数百年、数千年乃至数千万年才能形成。老的地

貌单元由于岁月的流逝，而被新的地貌单元所取代，而这一过程则需要漫长的时间来过渡。现在人们所看到的地貌形态及第四纪地质现象，大多数都是第四纪所形成的，而年龄从二百万年一直到现在。因此，学习地貌与第四纪地质学要有一个漫长的时间概念。

(2) 地域上——广阔性和差异性 地貌与第四纪地质学研究的对象，从广度上包括整个地球表层，故研究空间极为广阔。地球上的各个区域在地球发展史的各个阶段上，无论从物质基础，还是从地壳运动和外界因素上都有显著的不同，必然导致各地发展的不平衡，从而呈现出地域上的差异性。如新生代第三纪时的喜山运动及此后的新构造运动，使特提斯海逐步封闭，使非洲、印度与欧亚大陆相连，使横贯东西的阿尔卑斯——喜马拉雅山系崛起。

(3) 地史记录——残缺性和新生性 老的地貌现象由于受后期的地壳运动和外界因素的影响和改造往往弄得支离破碎、残破不堪、难以辨认，或遗留下来也毁坏得面目全非。现在人们所看到地貌与第四纪地质现象，大多数是新生代以后形成的，特别是第四纪所形成。它具有时代新，各种现象完整，易观察与分析的特点。

(4) 变动因素——复杂性 时间上的漫长性、地域上的广阔与差异性，加上地球的内在因素（地球本身）和外在因素（宇宙空间），这就决定了各种地貌单元和第四纪地质现象的不同和复杂性。

2. 地貌与第四纪地质学的研究方法

对于地貌与第四纪地质学的学习和研究，要从三个方面掌握：①掌握大量的实际资料，特别是直接调查或第一手的研究资料；②具备获得这些实际资料和对它进行研究的熟练的科学方法；③深入灵活地掌握、分析、综合这些实际资料所必须的理论知识。实际资料是一切科学研究的基础，据此进行分析研究才能作出理论上的概括和综合，而要做到这一点，必须在科学理论指导下，运用一定的分析研究方法。

(1) 野外观察法 鉴于本学科的特点，就必须要以自然界为实验室，直接到野外观察，广泛搜集和积累大量第一手资料（实际资

料), 然后予以去粗取精, 去伪存真地分析, 上升为理论, 再到实践中加以检验、补充和修正, 如此循环往复才能得出较正确的结论。这是地貌与第四纪地质学的基本研究方法。

(2) 历史比较法 研究地貌与第四纪地质学的发展过程, 从发展中确定各地貌形态及相应第四纪地质现象的形成过程和被改造后的特征和分布。用“将今论古”的现实主义原理和方法: 以观察和研究现代地貌形态和第四纪地质现象的作用结果和过程为基础, 再将野外调查到的历史时期作用结果与现代作用结果相类比, 以推断历史上产生这些作用结果的作用过程。即利用现在的已知推断过去的未知。同时, 要综合各方面的资料, 考虑当时的具体条件, 进行具体分析。

(3) 模拟实验法 经野外调查研究后, 将自然界规模巨大、时间漫长、条件复杂的作用过程和结果, 采取缩小规模、缩短时间、简化条件的方法、让其在室内重现, 看其结果是否与野外调查基本相似。如果是, 那就认为这种结果是由于这种成因机制和作用过程造成的, 这就是模拟实验。可分实物模拟和数学模拟两种。近年来广泛应用计算机进行地理数据处理、遥感资料处理、机助制图和建立 GIS, 使地貌与第四纪地质学的研究方法提高到现代科学水平上来。

复习思考题

1. 地貌与第四纪地质学研究的对象和内容是什么?
2. 什么是地貌学? 什么是第四纪地质学? 二者相互关系如何?
3. 试述地貌与第四纪地质学在地理学中的地位和作用。
4. 简述地貌与第四纪地质学在经济建设与人类生活中的作用。
5. 简述地貌与第四纪地质学的特点和研究方法。

目 录

绪论.....	(1)
---------	-----

上篇 地貌学

第一章 构造地貌.....	(1)
第一节 全球构造地貌.....	(1)
第二节 海底构造地貌.....	(2)
第三节 陆地构造地貌.....	(3)
第二章 风化作用与坡地重力地貌	(22)
第一节 风化作用与风化壳	(22)
第二节 坡地重力地貌	(30)
第三节 风化作用及坡地重力地貌与人类活动	(38)
第三章 流水地貌	(41)
第一节 流水作用	(41)
第二节 暂时性流水地貌	(44)
第三节 河流地貌	(55)
第四节 流水地貌与人类活动	(90)
第四章 喀斯特地貌.....	(104)
第一节 喀斯特作用.....	(104)
第二节 喀斯特地貌.....	(114)
第三节 喀斯特地貌的发育.....	(127)
第四节 喀斯特地貌与人类活动.....	(133)
第五章 冰川与冻土地貌.....	(142)
第一节 冰川作用.....	(142)
第二节 冰川地貌.....	(145)
第三节 冻土地貌.....	(153)
第四节 冰川、冻土地貌与人类活动	(162)
第六章 风成地貌与黄土地貌.....	(167)
第一节 风成地貌.....	(167)

第二节	黄土地貌	(179)
第七章	海岸地貌	(200)
第一节	海蚀作用与海蚀地貌	(201)
第二节	海岸泥沙运动和海积地貌	(203)
第三节	海岸地貌类型及其发育	(216)
第四节	海岸地貌与人类活动	(225)
第八章	环境地貌	(230)
第一节	环境地貌概述	(230)
第二节	地貌各要素与环境	(234)
第三节	现代地貌过程与环境	(243)
第四节	基本地貌形态类型与环境评价	(249)
第五节	人类活动对地貌环境的影响	(254)

下篇 第四纪地质学基础

第九章	新构造运动	(260)
第一节	新构造运动的概念及其特征	(260)
第二节	新构造运动的类型及地貌表现	(262)
第三节	新构造运动研究的意义	(283)
第十章	第四纪古气候	(290)
第一节	第四纪古气候的研究方法	(290)
第二节	第四纪气候变化和冰期划分	(293)
第三节	冰期与黄土	(300)
第四节	第四纪海平面变动	(304)
第十一章	第四纪生物界	(308)
第一节	第四纪动物群	(308)
第二节	古人类	(316)
第三节	第四纪植物群	(322)
第十二章	第四纪沉积物	(329)
第一节	第四纪的沉积环境及沉积物特征	(329)
第二节	第四纪沉积物的成因类型	(336)
主要参考文献		(340)
后记		(341)

上篇 地貌学

第一章 构造地貌

凡是由内营力作用所造成的地貌统称为构造地貌。构造地貌按其规模分为三个等级：第一级是大陆与洋底，称为全球构造地貌；第二级是大地构造地貌，指大陆上的褶皱山脉、高原、平原和盆地以及洋底内部的洋中脊、深海平原等；第三级为地质构造地貌，指由断裂、褶皱和火山等作用造成的规模较小的地貌。

第一节 全球构造地貌

一、大陆与海底的特征

1. 大陆和海洋的分布

大陆和海洋是地球表面两个最大的地貌单元。海洋面积占地球总面积的 71%，大陆面积占 29%。大陆和海洋在地球表面的分布很不均匀，陆地大部分分布在北半球。北半球陆地面积占北半球总面积的 39%，南半球陆地面积只占南半球总面积的 17%。这是以海岸线为大陆和海洋的分界线，从自然地理学的范畴来看海陆分布的。但从地球表面固体形态和地壳结构来看，陆地和洋底之间，即被海水淹没的大陆架和大陆坡为一过渡性的大陆边缘地带，它约占地球总面积的 16%。

从地球固体表面各高程面积分配曲线看,大陆和洋底的地形起伏呈两个明显阶梯(图 1-1)。第一阶梯分布在水深 3000~6000 米之间,平均深度为 3729 米,大部分是大洋

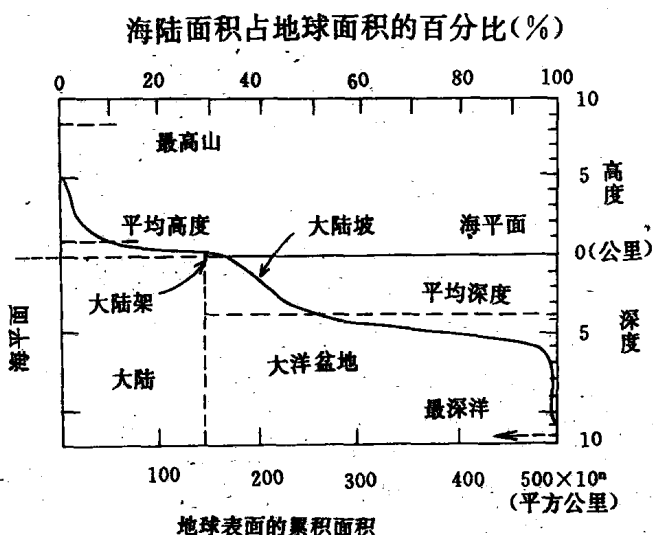


图 1-1 地球表面积分配

底;第二阶梯分布在海拔 1000~水深 200 米之间,平均高程为 875 米,大部分是陆地,其中低于海平面的那一部分是大陆架。地球表面的最大垂直距离约为 20 公里,这是珠穆朗玛峰顶(8848 米)和已知最深的海洋深度(马里亚纳海沟-11022 米)之间的高差。

2. 陆壳与洋壳的特征和成因

(1) 特征 大陆地壳厚度在平原地区约为 35 公里左右,大型山脉和高原地区的厚度达 60~70 公里(图 1-2)。陆壳除了近地表的沉积岩、变质岩和火山岩外,其基础是花岗岩,主要是花岗闪长岩和闪长岩,密度为 2.7 克/立方厘米。

洋壳的厚度一般为 5~10 公里,比陆壳薄得多,平均密度为 2.9 克/立方厘米。洋底地壳主要是玄武岩质的,洋壳表面常覆盖几百米厚的深海沉积物。有些地方,海底火山喷发或溢流的玄武岩直接出露海底。大约在 2 公里厚的玄武岩下面是更为基性的岩石。

(2) 成因 大陆、洋底的形态与地壳性质差异,可根据阿基米德原理用地壳均衡理论来说明。地壳分布在熔融状态的地幔之上,好似浮在水面上的块体一样。密度较小,厚度较大的陆壳上的地形

突起成为大陆块，下部插入地幔；而密度较大、厚度较小的洋壳下凹成为海洋盆地。

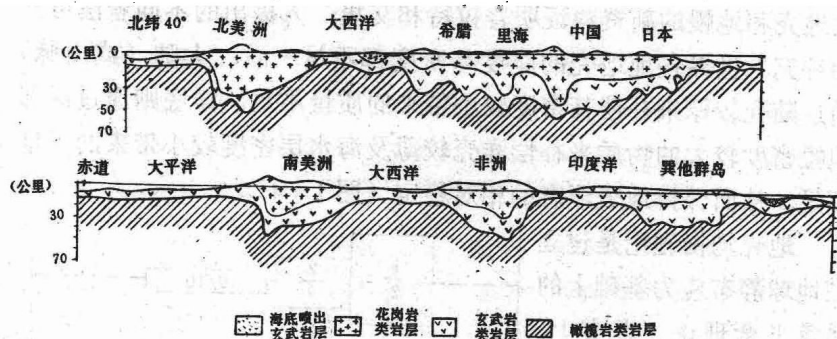


图 1-2 地壳剖面图

十九世纪中叶，普拉特 (J.H.Pratt, 1854 年) 和艾里 (G.B.Airy, 1855 年) 对喜马拉雅山的引力进行了研究，用不同的物理模型来解释地壳均衡。普拉特认为：各地的地壳密度是不均一的，地壳密度愈小的地区，愈高出洋面；地壳密度愈大的地区，地势就愈低 (图 1-3 (a))。艾里则把各地的地壳密度看成是大致均一的，但各地的地壳厚度不同，地壳愈厚的地区其地势愈高，而且有

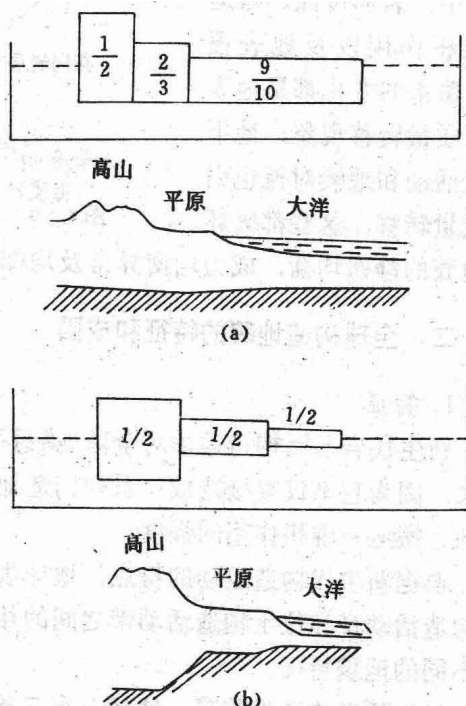


图 1-3 普拉特(a)和艾里(b)的地壳均衡模式

愈深的“根”（图1-3（b））。他们两人在解释巨大地形起伏时，分别说明了地壳厚度和地壳密度不同对地势的影响。以后，各种有关地壳和地幔的新资料证明普拉特和艾里二人提出的不同看法可互相补充。世界各地地壳的厚度与密度都不尽一致，大陆（或山脉）通过陆壳较厚来补偿其密度较小带来的质量不足，洋底则通过深部地幔密度较大的物质来补偿洋壳较薄及海水层密度较小带来的质量不足，从而保持地表形态的相对稳定（图1-4）。

地壳均衡理论是建立在地球静态应力基础上的质量平衡理论。事实上，地球各部物质经常处于运动之中，表面侵蚀、搬运和堆积作用以及地表覆冰、覆水的变化都是地表物质质量转移现象；地下岩浆活动和地幔对流也引起质量转移，这些都破坏着地壳的静态均衡，成为均衡异常及均衡调整运动的原因。

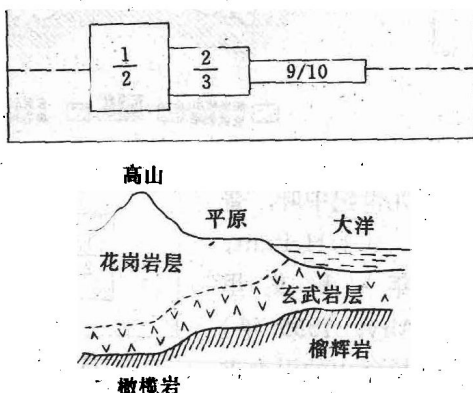


图1-4 地壳均衡的一般图式

二、全球构造地貌的特征和成因

1. 特征

新生代岩石圈构造运动对全球地貌特征的形成有着特别重要的意义，因为它不仅直接造成一系列构造地貌，而且还影响了外力的侵蚀、搬运和堆积作用的强度。

根据新生代构造运动的特点，地球表面可分为三条呈带状分布的构造活动带和位于构造活动带之间的相对稳定区，它们相应地具有不同的地貌特征。

（1）活动构造地貌带 地球上三条规模巨大的活动构造地貌带，它们的共同特点是地形高差起伏悬殊，新生代岩层发生显著形

变错位，火山与岩浆活动强烈，地震活动频繁等。①环太平洋大陆边缘带：主要包括南美洲和北美洲西海岸的科迪勒拉山系，亚洲东部和大洋洲太平洋沿岸外围的许多列岛和山脉，北起阿留申群岛，经千岛群岛、日本、台湾、菲律宾、印度尼西亚、新喀里多尼亚直到新西兰。这里集中了世界上 60% 的活火山和绝大部分的深源地震。②地中海——喜马拉雅山脉带：该带略呈东西走向，横贯亚洲、欧洲南部和非洲北部，包括地中海和阿尔卑斯山脉、阿特拉斯山脉，往东经土耳其、伊朗高原、兴都库什山、帕米尔高原、喜马拉雅山脉，再向东南延伸至马来半岛和印度尼西亚。这里地震频繁，新生代地层因受强烈水平挤压作用出现大规模的逆掩推覆构造。③洋脊裂谷带：指地球各大洋的洋脊及其大陆的裂谷带，洋脊是地球上绵延最长的洋底山脉。这里海底火山广布，岩浆喷发溢流十分普遍。大陆裂谷由陆地上一系列狭长而深陷的谷地和湖泊构成，裂谷宽数十至一百多公里，深数百米至数千米，火山活动强烈、地震频繁、温泉众多。

(2) 构造较稳定的地貌区 这里地形起伏较缓，新生代岩层形变错位不强，很少有新生代火山岩浆活动，地震活动较弱。其中尤以洋底深海平原和大陆上由古老地层或岩体构成的高原和平原区最为稳定。但稳定只是相对的，在稳定区之内还穿插一些新生代构造比较明显的山脉，特别是在大陆内部，新生代构造活动以块断运动为特征，地貌上多呈断块山地，并伴有岩层的形变、岩浆活动和地震等。

2. 成因

板块构造学说认为，地球的刚性岩石圈并不是整体一块的，而是被一些构造活动带割裂成为块状，即岩石圈板块，板块运动是产生地表地质构造和全球构造地貌的根本原因。

根据新生代构造活动带的分布格局，岩石圈分为六大板块：太平洋板块、欧亚板块、印度板块、非洲板块、美洲板块和南极洲板块（图 1-5）。其中除太平洋板块完全属洋壳构造外，其余五个板

块范围均包括陆壳和洋壳部分。板块之间的边界就是上述的环太平洋大陆边缘带、地中海——喜马拉雅山脉带和洋脊裂谷带。



图 1-5 地球上的板块

这些边界地貌反映了两侧板块性质与活动的特点。洋脊裂谷带生成反映了两侧洋壳板块的分离；环太平洋大陆边缘带主要反映了洋壳板块与陆壳板块（部分为洋壳或“中间型”地壳的板块）的汇聚；喜马拉雅山脉突出反映了两侧陆壳板块的碰撞过程。

板块的分离与汇聚运动是以地球内部物质对流运动为基础的。在软流圈对流上涌作用下，岩石圈板块受到拉张作用而裂开，两侧的板块就从这里扩张、分离。相反，在大陆边缘，由于软流圈的对流下沉作用，洋壳板块和陆壳板块之间则汇聚和碰撞。以致造成上述三种板块边界构造活动带不同的构造和地貌特征。

洋底上多见侏罗纪地层，说明现在的洋底是中、新生代形成的，中生代早期及以前的古老地壳，随着中、新生代洋底的扩张而发生漂移，逐步演变成现代大陆地壳或俯冲陆壳之下。

由此可见，中、新生代的板块运动对全球构造地貌的形成有着重要的意义。早中生代和以前的构造运动遗迹仅见于陆壳范围，在漫长的地质历史时期，“浮”在地幔上面的陆壳在不断增生、扩大，