

# 大地构造学原理简明教程

陈国能 张珂 编著



中山大学出版社

# 大地构造学原理简明教程

陈国能 张 珂 编著

中山大学出版社

• 广州 •

(粤)新登字 11 号

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

大地构造学原理简明教程/陈国能;张珂编著. —广州:中山大学出版社, 1994—09  
ISBN 7—306—00887—0

I 大地构造学原理简明教程  
Ⅰ ① 陈国能 ② 张珂  
Ⅱ ② 大地构造学 ② 地质学  
Ⅳ P54

责任编辑 李 慈 责任校对 王国颖  
封面设计 朱霭华 绘 图 周洁兰

中山大学出版社出版发行  
(广州市新港西路 135 号)  
中山大学印刷厂印刷 广东省新华书店经销

787×1092 毫米 16 开本 7.5 印张 16.9 万字  
1994 年 9 月第 1 版 1994 年 9 月第 1 次印刷  
印数: 001—500 册 定价: 7.80 元

## 编著者的话

仅介绍某一学派观点的大地构造学教材显然不能满足地质专业本科教学的需要。本科地质专业的学生应该对大地构造学各主要学说的基本概念、原理和方法有一个较全面的了解。为了达到这一目的并考虑到课时和篇幅,本书力图从方法学的高度归纳各学说最基本的原理和概念,舍弃了大量支持这些概念和原理的资料。多年的教学实践表明,高度的归纳有利于学生的记忆和理解。结合教材的内容介绍资料不但可使授课内容和课时有较大的伸缩性,而且可给学生的想象力留下较大的发挥余地,有利于提高学生学习的兴趣。由于水平所限,编著者对各学说的精华肯定有许多领会不到的地方,敬请读者批评指正。

本书可作为地质学各专业本、专科学生和非构造专业研究生的大地构造学教材,也可作为教学、科研有关人员和野外地质工作者的参考书。

本书未注明出处的图表均出自书末的参考文献。

# 目 录

|                                    |        |
|------------------------------------|--------|
| 绪 论 .....                          | ( 1 )  |
| 一、大地构造学的研究对象、研究内容及定义 .....         | ( 1 )  |
| 二、大地构造学与基础地质学科的关系 .....            | ( 1 )  |
| 三、大地构造学的理论系统 .....                 | ( 2 )  |
| 第一章 从历史的角度研究大地构造——槽台洼系统 .....      | ( 3 )  |
| 第一节 研究简史 .....                     | ( 3 )  |
| 第二节 槽台学说 .....                     | ( 4 )  |
| 一、地槽的概念及其主要特征 .....                | ( 4 )  |
| 二、地槽的建造 .....                      | ( 4 )  |
| 三、地槽的分类及对偶性 .....                  | ( 6 )  |
| 四、地槽的回返 .....                      | ( 6 )  |
| 五、构造运动和构造旋回 .....                  | ( 7 )  |
| 六、地槽的演化和地槽旋回 .....                 | ( 10 ) |
| 七、地槽的形成机制 .....                    | ( 13 ) |
| 八、地台的概念及其主要特征 .....                | ( 14 ) |
| 九、槽台说对地壳演化规律的基本认识 .....            | ( 14 ) |
| 第三节 多旋回说 .....                     | ( 14 ) |
| 一、基本概念 .....                       | ( 15 ) |
| 二、地槽演化的多旋回 .....                   | ( 15 ) |
| 三、地壳演化的多旋回 .....                   | ( 18 ) |
| 四、多旋回说对中国大地构造的基本认识 .....           | ( 19 ) |
| 第四节 地洼学说 .....                     | ( 23 ) |
| 一、地壳基本构造单元、构造层和构造区的概念 .....        | ( 23 ) |
| 二、地壳第三构造单元的基本特征 .....              | ( 25 ) |
| 三、地洼的建造特征 .....                    | ( 26 ) |
| 四、地洼的演化过程 .....                    | ( 30 ) |
| 五、地洼说对地壳演化规律的认识 .....              | ( 30 ) |
| 六、地洼说有关动“定”转化、递进发展的力源机制的假说 .....   | ( 31 ) |
| 七、地洼学说对中国大地构造的基本认识 .....           | ( 32 ) |
| 第二章 从力学的角度研究大地构造——地质力学、断块说系统 ..... | ( 36 ) |
| 第一节 研究简史 .....                     | ( 36 ) |
| 第二节 地质力学 .....                     | ( 37 ) |
| 一、地质力学的几个基本概念 .....                | ( 37 ) |
| 二、结构面力学性质分类和鉴定 .....               | ( 38 ) |
| 三、构造型式的种类及其应力场分析 .....             | ( 40 ) |

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| 四、地质力学对地壳运动及其起因和力源的认识 .....              | (11)  |
| 五、中国主要的构造体系 .....                        | (46)  |
| <b>第三节 断块学说</b> .....                    | (51)  |
| 一、断裂的活动方式 .....                          | (51)  |
| 二、断裂的基本体系 .....                          | (51)  |
| 三、断裂和断裂带的分类 .....                        | (52)  |
| 四、断块的分类 .....                            | (55)  |
| 五、断块的活动方式 .....                          | (55)  |
| 六、断块构造与建造的关系 .....                       | (56)  |
| 七、断块说对断块构造运动驱动力的认识 .....                 | (57)  |
| 八、断块说对中国大地构造的认识 .....                    | (59)  |
| <b>第三章 从运动学的角度研究大地构造——板块说系统</b> .....    | (63)  |
| 第一节 研究简史 .....                           | (63)  |
| 第二节 大陆漂移说 .....                          | (64)  |
| 一、大陆漂移说的基本论点 .....                       | (64)  |
| 二、大陆漂移说的主要证据 .....                       | (64)  |
| 第三节 海底扩张说 .....                          | (67)  |
| 一、海底扩张说的基本论点 .....                       | (67)  |
| 二、海底扩张说的基本证据 .....                       | (68)  |
| 第四节 板块说 .....                            | (71)  |
| 一、岩石圈板块的概念及其边界 .....                     | (72)  |
| 二、板缘的地震活动 .....                          | (75)  |
| 三、板块说的主要论点 .....                         | (78)  |
| 四、板块运动的驱动力 .....                         | (79)  |
| 五、大洋盆的演化 .....                           | (80)  |
| 六、古板块的识别标志 .....                         | (81)  |
| 七、板块说对中国大地构造的基本认识 .....                  | (83)  |
| 八、地体的概念 .....                            | (88)  |
| <b>第四章 从振动的角度研究大地构造——镶嵌说、颤动说系统</b> ..... | (91)  |
| 第一节 研究简史 .....                           | (91)  |
| 第二节 波浪状镶嵌构造说 .....                       | (91)  |
| 一、基本概念 .....                             | (91)  |
| 二、地壳的波浪运动 .....                          | (92)  |
| 三、地壳的四大波系 .....                          | (93)  |
| 四、波浪镶嵌构造的形成机制 .....                      | (96)  |
| 五、镶嵌说对中国大地构造的基本认识 .....                  | (97)  |
| 第三节 颤动构造说 .....                          | (101) |
| 一、颤动通道的概念 .....                          | (101) |
| 二、颤动通道的类型 .....                          | (101) |
| 三、颤动通道的主要构造表现 .....                      | (102) |
| 四、颤动构造的原理 .....                          | (105) |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 五、颤动构造的驱动力 .....            | (106) |
| <b>第五章 大地构造学问题的讨论</b> ..... | (108) |
| 一、大地构造学研究的层次 .....          | (108) |
| 二、固定论和活动论 .....             | (109) |
| 三、水平运动和垂直运动 .....           | (110) |
| <b>主要参考文献</b> .....         | (112) |

# 绪 论

广义的构造地质学包括大地构造学、区域构造或区域大地构造学和狭义的构造地质学（小构造）三个基本学科。大地构造学是地质学最高层次的理论系统；（狭义）构造地质学则属基础地质学的范畴，两者均为理论地质学；而区域大地构造学是用大地构造学的概念和原理研究区域大地构造的现象和问题，属于应用地质学的范畴。

大地构造学是地质学的上层建筑，它建立于基础地质学的研究成果之上，反过来又促进了基础地质学的发展。可以说，每个大地构造学理论的建立，都对基础地质学的发展产生过不同程度的影响。

## 一、大地构造学的研究对象、研究内容及定义

大地构造学研究的重点对象是地壳。由于地球表层的构造变动和地球内部的物质演化有着不可分割的联系，故大地构造学的研究不断向地球纵深方向发展。当代大地构造学的研究对象实质已包括了整个地球岩石圈以及岩石圈之下的软流圈。但是，由于目前整体科学水平的限制，人类现在还不能直接观测到地壳以下的物质的特性及其运动规律，故当代大地构造学的研究重点仍然是地壳。

大地构造学的研究内容主要有如下几个方面：

- (1) 地壳（乃至岩石圈）的形成和演化规律；
- (2) 地壳（岩石圈）变形或运动的历史过程和动力学过程；
- (3) 导致或控制上述规律和过程的因素和原因。

由此可见，大地构造学就是研究地壳（岩石圈）形成和形变的历史过程和动力学过程，以及控制这些过程的因素和原因的科学。

## 二、大地构造学与基础地质学科的关系

基础地质学有四个分支系统，俗称“四大块”：

系统 1：研究地质发展史及生物圈演化史——地史、古生物学。

系统 2：研究地壳（岩石圈）的物质组成。这一系统有三个层次：

第一层次：研究地壳（岩石圈）的岩石组成——岩石学，包括岩浆岩石学、沉积岩石学和变质岩石学；

第二层次：研究地壳（岩石圈）的矿物组成——矿物学；

第三层次：研究地壳（岩石圈）的化学组成和同位素组成——地球化学和同位素地球化学。

随着人类对微观世界的认识的不断深化，这一系统有可能会产生更多的层次，例如同位素地球化学就可以列为地球化学之下的层次；

系统 3: 研究岩石的变形特征和机理——狭义构造地质学。

系统 4: 研究地球物理场的特征和规律——地球物理学。

上述各个系统互有联系, 但又独立性极强。一个古生物学家不一定需要地球物理学方面的知识, 反之亦然。将上述各系统的知识综合起来, 使人类对自己居住的星球的上层的运动特征和规律有全面的认识, 这就是大地构造学的任务。一如果说“普通地质学”是基础地质学的“前言”, “大地构造学”在某种意义上就是基础地质学的“结论”。这就是大地构造学研究必须建立在基础地质学各分支系统的研究成果之上, 而它所总结的各种规律和形成的理论又能促进各基础地质学科发展的原因。

### 三、大地构造学的理论系统

大地构造学建立于基础地质学的研究之上, 但不是各基础学科的简单拼合。它不自己的研究对象和研究内容, 形成了独立的理论系统。研究者的背景知识、思维方法以及研究的侧重点不同, 导致了众多大地构造学理论的产生。在我国, 目前较流行的大地构造学说就有“槽台说(多旋回说)”、“地洼说”、“断块说”、“板块说”、“地质力学”、“镶嵌构造说”等。大地构造学研究领域“百家争鸣”的另一原因是人类无法直接观察到已经过去的大地构造过程, 而只能根据过程的遗迹, 通过逻辑思维去接近原来的过程。因此, 每一个经过实践检验的大地构造学说都有其存在的科学价值。板块学说目前流行最广, 支持者最多, 但它仍不能包容其它学说所阐明的所有大地构造学问题。故对于初学者而言, 不应该持有先入为主或厚此薄彼的思想。正确的学习方法应全面了解现有各学说的基本概念和原理, 尤其要掌握各学说的逻辑思维方法, 以取其精华, 了解其存在问题, 这样才可能有所创新和发展。

根据各学派的逻辑思维方法及其研究的侧重点, 本书初步把在我国地质界影响较大的大地构造学说分为四个理论系统:

- (1) 从历史的角度研究大地构造——槽台洼系统;
- (2) 从力学的角度研究大地构造——地质力学、断块说系统;
- (3) 从运动学的角度研究大地构造——板块说系统;
- (4) 从振动的角度研究大地构造——镶嵌说、颤动说系统。

要强调的是, 上述划分方案只是本书作者的认识, 用作本书的编写大纲, 不代表各学派创始人或有影响的学者的意见; 仅供读者参考。

# 第一章 从历史的角度研究大地构造——槽台洼系统

## 第一节 研究简史

大地构造学作为一门独立的学科是从地槽说的提出开始的。美国古生物学家霍尔(J. Hall)于1859年考察了北美的阿帕拉契山脉及其两侧的古生代地层后,发现阿帕拉契山已强烈褶皱的古生代地层均为浅海相沉积,其厚度达1万余米,比密西西比平原近乎水平的该套地层厚10多倍。因此,霍尔提出了山脉的前身是一个边沉积边沉降的狭长浅水沉积盆地的认识。霍尔的这一观点得到了美国另一地质学家丹纳(J. D. Dana)的发展。丹纳(1873)将霍尔所说的边沉陷边沉积的狭长盆地称之为地槽(Geosyncline),地槽间沉积层变薄或缺失的地区称为“地背斜”(Geoanticline)。丹纳还进一步阐述了地槽形成的机制,并把其原因归咎于地球的冷却收缩。

丹纳的地槽说提出以后,逐步得到了地质界的支持。欧洲的学者结合对阿尔卑斯构造的研究,对地槽说作了两点重要的补充:

- (1) 地槽可以发生在大陆的边缘,也可以发生在大陆内部或两个大陆之间;
- (2) 地壳的沉降幅度不一定得到沉积物补偿,故地槽可以出现深水沉积。

欧美的地质学家,如法国学者贝特朗(I. Berterand)、豪格(C. E. Haug),德国学者施蒂勒(H. C. Stille)等都对地槽说的发展做出过杰出的贡献。

在丹纳提出地槽说10多年之后,奥地利地质学家徐士(E. Suss 1885)提出了“地台”(Platform)的概念。地槽是地壳的活动地带,地台则是比较稳定的地区,地槽是地台的基础。这样,地槽学说便发展为槽台学说。以后经各国地质学家的不断完善和补充,槽台说成了过去近一个世纪支配地质学发展的大地构造学说。

地槽学说传入中国后,我国著名地质学家黄汲清教授(1945)结合中国的地质情况,提出了多旋回说。这一学说在我国地质界影响甚大。

前苏联地质界对槽台说的发展做出过十分重要的贡献(B. B. 别洛乌索夫 1954)。

根据传统的槽台说,地台的出现标志着地壳已经稳定,但是后来发现,不少地方的地壳进入地台阶段,经过长时间的稳定后又重新出现强烈活动。前苏联学者将这一现象称为“地台活化”。我国著名地质学家陈国达教授(1958, 1959)抓住了这一思想,并系统地研究了我国尤其是华南的地台活化现象,从而提出了地洼学说。这一学说不但在国内,而且在国外也得到了不少地质学家的支持。1988年在我国召开了第一届国际地洼会议,1991年11月在前苏联召开了第二届会议,并成立了国际地洼研究中心,为我国的大地构造学走向世界做出了重要贡献。

## 第二节 槽台学说

### 一、地槽的概念及其主要特征

地槽是指地壳中长期强烈沉降的狭长沉积盆地，长度可达数百至数千公里。被沉积物补偿的地槽表现在沉积物的巨大厚度上，未被补偿的地槽则出现深海相沉积。地槽内部或地槽之间沉积层变薄或缺失的相对隆起区称为地背斜。

地槽的演化过程可分为地槽期和褶皱带期，前者以负向运动为主，表现为强烈下降；后者以正向运动为主，表现为强烈的上升。

地槽经造山运动形成的褶皱山脉称地槽褶皱带。

地槽（地槽褶皱带）是地壳上强烈活动的构造带，其主要特征有如下几点：

- (1) 通常出现在大陆边缘或两大陆之间，呈规模巨大的狭长条带状分布。
- (2) 地槽期的地貌特征与大陆边缘地貌特征相似。褶皱带的早、中期则表现为宏伟的山系。
- (3) 地槽期的沉积物以海相为主。沉积物分选差、厚度大，岩性、岩相和厚度变化显著。
- (4) 地槽发展的晚期有强烈而频繁的构造运动。沉积层常形成紧闭的线状褶皱和发育有众多与地槽总体走向大体一致的大型逆掩断层。褶皱面和逆掩断层面多向同一方向倾斜。
- (5) 通常有广泛和强烈的岩浆活动和变质作用。
- (6) 地震活动强烈，地热流值高。各种地球物理异常往往呈带状分布。

### 二、地槽的建造

建造分析是槽、台、洼系统的重要研究方法。所谓“建造”是指地壳演化的某一阶段所形成的一套具有成因联系的岩石组合。按岩石的成因类型，建造可以分为沉积建造、岩浆建造和变质建造；按大地构造类型，又可以分为地槽型建造、地台型建造和地洼型建造。

#### (一) 地槽型沉积建造

地槽型沉积建造总的来说有如下特征：

- (1) 建造厚度大，可达数千米至数万米，沉积韵律清晰。表明地壳运动幅度大，升降频繁交替。
- (2) 建造呈狭长带状分布，岩性、岩相及厚度横向变化大。
- (3) 碎屑成熟度低，不稳定矿物多，这是地貌反差较大、快速沉积的结果。
- (4) 常含海相火山夹层（优地槽），有时可形成独立建造，即细碧角斑岩建造。

(5) 建造组合从下至上常为:

① 粘土页岩建造 (shale formation), 又称页岩硬砂岩建造或下部陆源碎屑建造。其特点是以粘土质岩石占优势。这种粘土质岩石往往含有包括硬砂岩在内的各种砂岩及灰岩夹层, 有时还有中性或基性火山岩夹层。这一建造的出现代表地槽下拗的初始阶段。绝大多数的粘土页岩建造都是海相沉积。

② 碳酸盐建造 (limestone formation)。这种建造可发育于地槽或地台中。地槽的碳酸盐建造常以含泥质且时有沥青质的暗色不纯灰岩为特征, 有较多的粘土岩、细碎屑岩和硅质岩夹层。碳酸盐建造的形成代表地槽进一步拗陷, 出现广泛海浸。

③ 细碧角斑岩建造 (spilitic-keratophyre formation), 又称硅质火山建造。为优地槽的典型建造, 是地槽下降运动最剧烈时期的产物。

细碧角斑岩建造主要由一套海底火山作用形成的岩石组成, 主要为细碧岩、角斑岩、玄武岩、安山岩和凝灰岩等钠质火山杂岩, 伴生岩石有各种硅质岩和硬砂岩等。

④ 复理石建造 (flysh formation)。建造由海相陆源物质组成, 砂、泥灰质层交替产生, 韵律清晰, 单个韵律厚度数厘米至数十厘米。上下两个韵律之间常被冲刷面分隔。建造中砾岩很少, 几乎不含化石。整个建造厚度很大, 有时可达万米。

复理石建造出现于地槽造山期初期。表明此时地槽发生节奏性的运动, 地壳升降交替, 浊流沉积频繁出现。

⑤ 磨拉石建造 (molasse formation)。该建造是在造山运动后期, 山前或山间拗陷内快速堆积而成。建造的特点是以陆相为主 (不同于其它以海相为主的地槽型建造), 为一套巨厚的、以砾岩和砂岩占优势的沉积层组成。岩石分选磨圆差、层理不规则, 常见交错层和波痕, 相变急剧。

## (二) 地槽型岩浆建造和变质建造

一般来说, 地槽型岩浆建造有如下特征:

(1) 酸性、中性、基性和超基性岩均有发育 (在冒地槽中后两者常不发育)。

(2) 喷发相以海相为主, 且多为基性、超基性喷发。侵入相以深成侵入为主, 且多为大规模的酸性岩浆侵入。

(3) 建造的组合顺序是: 先为基性、超基性岩浆建造, 后为中、酸性岩浆建造。

H. A. Kysheyob (1963) 把地槽型岩浆建造分为前 (地槽期) 和后 (褶皱带期或造山期) 两期, 分别由下列岩相、岩性组成:

### 1. 地槽期

1) 喷出岩浆建造系列

(1) 细碧—辉绿岩建造

(2) 石英角斑岩建造

2) 侵入岩浆建造系列

(1) 辉长—闪长—辉绿岩建造

(2) 辉长—斜长—橄榄岩建造

(3) 辉长—斜长花岗岩建造

(4) 斜长花岗岩建造

## 2. 造山期

1) 火山沉积—喷出—侵入建造系列

(1) 喷出岩浆建造

① 安山岩建造

② 粗面安山岩建造

③ 流纹岩建造

(2) 侵入岩浆建造

① 辉长—闪长—闪长花岗岩建造

② 辉长—二长—正长岩建造

③ 副火山花岗岩建造

2) 花岗岩类岩基建造

(1) 花岗岩基建造

(2) 花岗岩闪长岩建造

(3) 成分复杂的花岗岩基建造

地槽型变质建造以区域变质建造为主, 其中又以中、低变质相最为常见。

## 三、地槽的分类及对偶性

不少学者曾从不同的角度对地槽进行分类, 其中影响最大的是施蒂勒 (H. Stille 1940 1947) 的方案。施蒂勒根据地槽的空间位置及活动性, 将地槽分为正地槽 (Orthogeosyncline) 和准地槽 (Parageosyncline)。前者是指分布于克拉通边缘的地槽, 活动性较强; 后者是指发育于克拉通内部的地槽。正地槽可分为冒地槽 (Miogeosyncline) 和优地槽 (Eugeosyncline)。冒地槽通常没有或只有极弱的火山活动, 位置上紧靠克拉通。优地槽火山活动强烈, 并以发育基性熔岩和蛇绿岩为特色, 空间上位于冒地槽的外侧。由于优地槽和冒地槽往往成对出现, 奥布英 (Aubouin 1965) 将其称为地槽偶 (geosynclinal couples)。在现代大陆地槽偶中, 优地槽位于靠大洋一侧, 包括了一个优地槽和一个与大洋为界的优地背斜; 冒地槽靠大陆克拉通一侧, 包括一个冒地槽和一个冒地斜背 (图 1-1 上)。地槽偶还可以成对出现, 形成背离复偶 (图 1-1 下)。

## 四、地槽的回返

地槽演化至一定阶段通常会发生褶皱隆起, 这一过程称为地槽的造山或回返。“回返”一词最早由别洛乌索夫提出, 在我国的应用颇为广泛。图 1-2 显示了西阿尔卑斯地槽的褶皱回返。该地槽开始于三叠纪, 早白垩世发展到极盛期。晚白垩世初期, 优地槽区开始隆起。此后, 中央隆起区向两侧逐渐扩大, 局部回返发展为全面回返, 山脉形成, 并在山前拗陷盆地中同时发育磨拉石建造。

在西阿尔卑斯地槽褶皱回返的同时, 发生了高温绿片岩相变质作用和下部花岗岩化

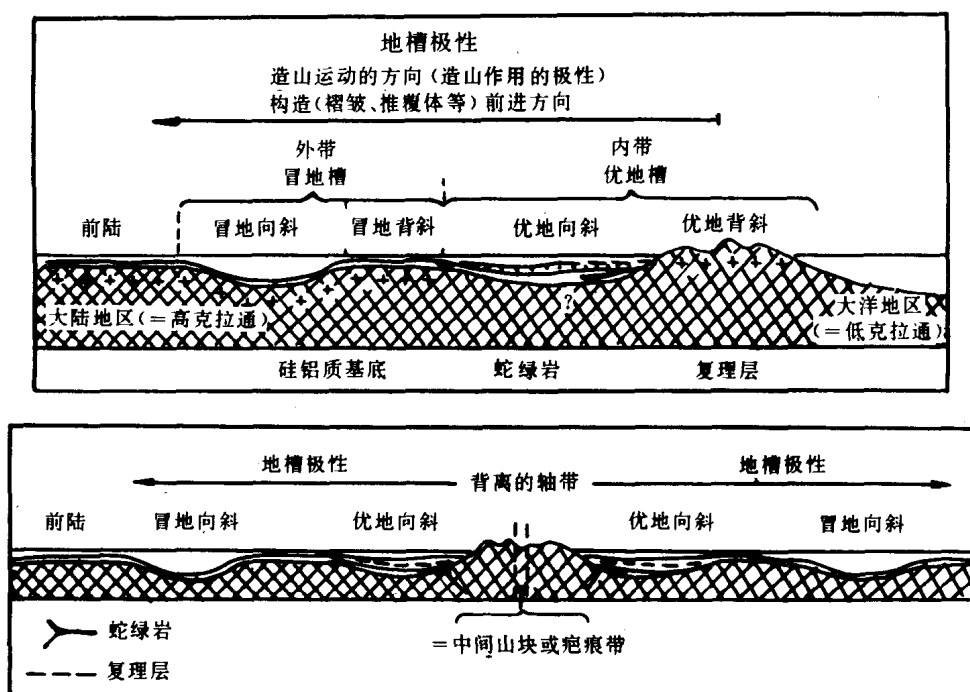


图 1-1 地槽结构的剖面 (据奥布英 1965)

上: 表示地槽偶的优地槽和冒地槽的组合

下: 表示产生双侧对称山链的背离双偶特征

作用 (同位素年龄为 80 Ma)。变质和变形作用在回返阶段末期 (30~40 Ma) 最为强烈。强烈的挤压作用形成了众多的推覆体, 并有花岗岩浆沿断裂侵入。

一般说来, 地槽的褶皱回返不是连续的, 而是幕式或节奏性的, 西阿尔卑斯地槽的回返过程至少经历过 6~7 次褶皱作用 (图 1-3)。

上述例子表明, 地槽 (尤指优地槽) 的回返通常从局部到全面, 即从一个或几个隆起中心开始, 然后逐渐扩大, 最后形成山脉。这一过程一般是幕式或节奏性的。地槽的回返阶段除了地形的显著变化外, 地槽 (带) 内的沉积物同时发生强烈的变形和变质以及伴随有中酸性岩浆活动和磨拉石建造的形成。

## 五、构造运动和构造旋回

地槽阶段出现的褶皱作用称为造山运动 (或称作褶皱运动、褶皱幕、造山幕等)。造山运动研究对于了解地槽的演化过程是十分重要的, 因此它是槽、台、洼系统一个重要的研究内容。

造山运动是地壳运动的一种形式。一般认为地壳运动有两种类型: 一种以垂直运动为主, 表现为大范围的整体升降。另一种以水平运动为主, 表现为岩层的倾斜、褶皱和破裂。前者称造陆运动, 在地层记录上常表现为沉积间断; 后者称构造运动, 通常表现

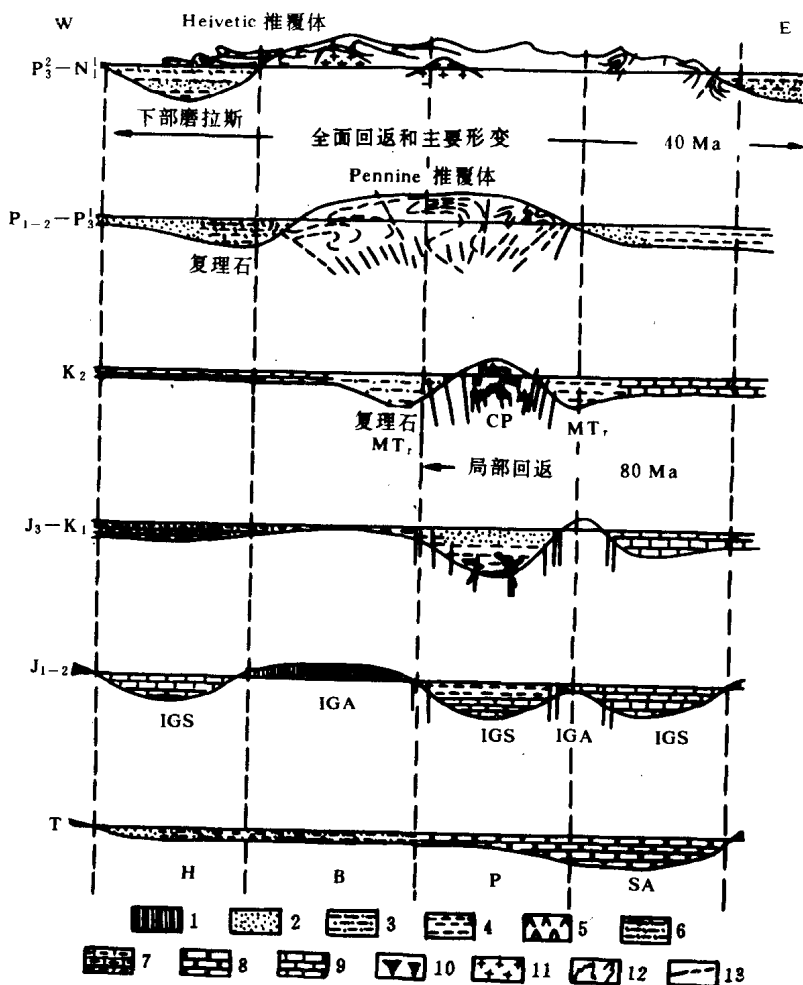


图 1-2 西阿尔卑斯古构造 (据 B. B. 别洛乌索夫)

- 1: 陆地; 2: 砂岩; 3: 砂岩和泥岩; 4: 页岩; 5: 蒸发岩; 6: 复理石; 7: 泥灰岩;  
 8: 白云岩; 9: 灰岩; 10: 蛇绿岩; 11: 花岗岩; 12: 区域变质、褶皱和推覆体; 13: 断裂;  
 H: Helvetic 带; B: Briancon 带; P: Pennine 带; SA: 南阿尔卑斯; IGS: 内地向斜;  
 IGA: 内地背斜; CU: 中央隆起; MTr: 边缘拗陷。

为地层的不整合接触。构造运动也可以造成假整合，即一次构造运动在某一地区表现为地层不整合接触，在相邻的地区可以过渡到平行不整合（陈国能 1987）。构造运动在某种意义上与造山运动一词相同，但前者适用范围较广，基本上可用于除造陆运动外的各种形式的地壳运动，包括造山运动（或称褶皱运动、褶皱幕、造山幕等）、断裂运动、断块运动等。而造山运动通常是指地槽带内的构造运动。地槽阶段之后发生的非造陆性质的地壳运动，一般可用构造运动一词描述。

构造运动在时间和空间上的分布是不均一的，一次构造运动只限于地壳的某一域。施蒂勒指出的构造运动全球同时性即所谓的造山运动同时律是不正确的（尹赞勋 1970）。

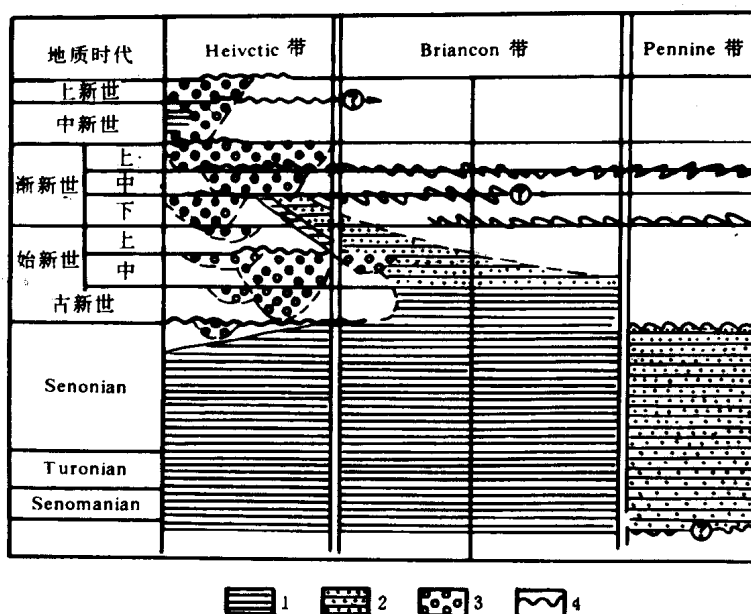


图 1-3 阿尔卑斯复理石建造的迁移 (据 P. Triimpy)

- 1: 以灰岩为主; 2: 复理石 (在 Briançon 带为黑色复理石建造, 在 Pennine 带为蠕虫迹复理石);  
3: 磨拉石; 4: 褶皱作用; 白色: 无沉积 (隆起区)。

在地壳的整个演化过程中, 构造运动的出现并非杂乱无章, 而是相对集中于几个不太长的地质时期内, 即在地史上的某些时期地壳较为活动, 构造运动频繁发生, 而在两个较活动的阶段之间常有较长时期的相对稳定。在地壳运动相对平静的时期, 构造运动频率很低且强度较弱, 从一个平静期开始到一个活动期结束即为一个构造旋回 (tectonic cycle)。

“构造旋回”一词最早由法国学者贝特朗 (M. A. Bertrand 1887) 提出, 他根据西欧和北美不同地槽区造山上升的时间, 首先划分出休伦、加里东、海西及阿尔卑斯四个构造旋回。在贝特朗之后, 施蒂勒又提出了“巨地旋回”的概念。一个巨地旋回包括了多个构造旋回。晚古生代至今为一个巨地旋回, 称“新巨地旋回”。表 1-1 是我国地质学家黄汲清教授 (1965) 采用世界公认的加里东、华力西、阿尔卑斯等旋回名称并结合中国地质构造的特点, 对世界的构造旋回所进行的划分。

表 1-1 世界构造旋回的划分 (据黄汲清 1965)

| 旋回名称   | 起止时间 /Ma         | 主要构造事件       |
|--------|------------------|--------------|
| 老太古巨旋回 | >3000            | 陆壳初始形成       |
| 新太古巨旋回 | 3000~2500 (±100) | 世界各大地台之古陆核形成 |
| 老元古巨旋回 | 2500~1700 (±100) | 世界各大地台基本形成   |

续上表

| 旋回名称   |        | 起止时间 /Ma         | 主要构造事件                                                |
|--------|--------|------------------|-------------------------------------------------------|
| 新元古巨旋回 |        | 1700~800 (± 100) | 世界各大地台最终形成                                            |
| 早新地巨旋回 |        | 800 (± 100) ~230 | 华力西末, 欧亚大陆形成                                          |
| 兴凯旋回   |        | 800 (± 100) ~540 |                                                       |
| 加里东旋回  |        | 540~400          |                                                       |
| 华力西旋回  |        | 400~230          |                                                       |
| 晚新地巨旋回 |        | 230 以来           | 自晚三叠以来, 冈瓦纳世大陆逐步解体, 地中海构造带与环太平洋构造带强烈活动, 现代海陆构造带布局逐步形成 |
| 阿尔卑斯旋回 | 印支旋回   |                  |                                                       |
|        | 燕山旋回   |                  |                                                       |
|        | 喜马拉雅旋回 |                  |                                                       |

## 六、地槽的演化和地槽旋回

地槽是地壳不断演化过程中的产物。地槽一般是从强烈沉降开始, 经造山运动隆起上升并向稳定方向发展, 其演化过程具有一定的规律性。以位于地中海阿尔卑斯旋回的海伦褶皱山系为例, 该地槽下拗开始于 190 Ma 前, 优地槽首先出现 (图 1-4a), 并逐渐地发展成为深水远海沉积盆地 (品都斯沟)。此后, 冒地槽 (爱奥尼亚沟) 也相继出现, 形成地槽偶。约在晚侏罗世 (145 Ma) 地槽急剧沉降, 优地槽内有大量的基性海底喷发, 形成蛇绿岩套 (图 1-4b), 而冒地槽极少火山作用。此后优地槽内出现复理石建造, 表示地槽进入造山上升阶段。造山作用从优地槽开始, 然后向冒地槽方向迁移 (图 1-4c, d)。在造山作用的同时伴随成岩浆作用和变质作用。随着造山运动的进行, 早期的沉积层 (包括复理石层和蛇绿岩套) 发生强烈褶皱并被作为大型推复体推复到冒地背斜 (品都斯山) 上 (图 1-4d)。与此同时, 冒地槽的前部形成狭窄槽地——后渊、内渊和前渊 (奥布英所指的內渊通常称为山间拗陷, 前渊和后渊称为边缘拗陷和山前拗陷), 其内堆积了从高山剥蚀下来的碎屑沉积物, 不整合于下伏岩系之上, 此为磨拉石建造 (图 1-4d)。同时, 这一阶段还有粗面安山质火山喷发活动和花岗闪长岩的侵入活动 (图 1-4e)。约在 15 Ma 前起, 褶皱带从早期的水平运动为主转化为以垂直运动为主, 产生了区域性的隆起以及张性裂陷谷或地堑, 并伴有玄武岩浆喷发。奥布英将这一阶段称为后地槽 (即地槽之后的) 阶段。

综括上述研究, 奥布英建立了地槽的演化模式 (图 1-5), 他将该处地壳的演化分为地槽期 (I)、晚地槽期 (通常称为地槽造山期或褶皱带期) (II) 和后地槽期 (III)。一般认为, 后地槽期即为地台。地槽期在地槽的演化史中经历的时间最长, 故进一步可划分为发生阶段 (IA)、发展阶段 (IB) 和造山或终止阶段 (IC)。

以上列举奥布英的地槽演化模式的目的是帮助我们理解地槽的演化过程, 从一个侧面为读者提供如何进行这方面研究的实例。应该说明的是, 地槽的演化模式不止一种, 许