

高等学校教材

大地构造学基础及中国 区域构造概要

成都地质学院区域地质教研室
黄邦强 张朝文 金以钟 编

地质出版社

内 容 简 介

本书包括大地构造学基础及中国区域构造概要两部分。大地构造学基础主要介绍地壳上地幔构造类型,地槽、地台、深断裂、大陆漂移、海底扩张、板块构造的基本概念和主要特征等。中国区域构造概要主要以地槽、地台学说为主,结合板块构造学说,简要论述中国大地构造分区,中国的地台、地槽褶皱系和深断裂的简要特征,中国板块构造轮廓,以及中国大地构造演化等。并以祁连加里东褶皱系、山西断隆和郯庐深断裂带作为地槽、地台、深断裂和古板块构造的实例,进行较详细的分析论述。

本教材内容丰富,吸取了近年来较多的国内外大地构造及区域构造的主要研究成果,论述清晰,简明扼要,份量适当,适用于高等地质院校煤田地质、石油地质、地质力学、水文地质及工程地质等专业教学,也可供其他院校有关地质专业和地质人员参考使用。

* * *

本书由徐嘉炜、马瑞士、李志超、严国柱、陶洪祥主审,经地质矿产部区域地质教材编委会,于一九八二年七月和一九八三年一月先后两次编审委员会会议审稿,同意作为高等学校教材出版。

* * *

大地构造学基础及中国区域构造概要

成都地质学院区域地质教研室

黄邦强 张朝文 金以钟 编

*

地质矿产部教材编辑室编辑

责任编辑:文善继

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{4}$ 。印张: $13 \frac{3}{4}$ 。字数: 318,000

1984年3月北京第一版·1984年3月北京第一次印刷

印数: 1—15,700册 定价: 1.90元

统一书号: 15038·教167

序

本世纪六十年代以来,大地构造研究进展迅速,迫切需要一本内容相应的大地构造课程的教材。在这种情况下,成都地质学院黄邦强、张朝文、金以钟等同志在总结教学经验的基础上,尝试性地编写了这本《大地构造学基础及中国区域构造概要》一书。该书兼顾了大地构造基本概念、分析方法和中国区域构造特点。在这两方面均包括了有关地槽、地台以及板块构造的内容。总的看来本书章节清楚、层次分明、内容较为丰富,选用了国内外大地构造及区域构造研究的主要成果。可以满足高等院校煤田地质、石油地质、水文工程地质等专业及其他有关专业教学的需要,也是在职地质人员学习、工作时一本较好的参考书。

过去的文献中,往往用固定论观点来分析地槽发展。自从板块构造学说提出后,越来越多的文献从活动论观点,对地槽概念作了新的论述。为了让读者能理解、引用各种文献资料,本书对这两方面均做了适当的介绍。上述两方面反映了两个不同时期的认识和发展。

如同多数大地构造学的论述一样,本书在分析构造发展时,也引用了某些研究者的构造发展模式。“模式”是研究者在深入实践以后,从感性认识上升到理性认识。对于初学者,分析“模式”有利于开阔思路,提高认识水平。但“模式”往往是反映研究者在某个时期对某些地区的认识水平,而不是最终的结论,初学者应注意这一点。

本书的一个特点是在描述中国实际材料时,采用“典型解剖”,“点面结合”的方法,这个方法,对于在我国幅员广大,实际材料繁多的情况下,使初学者能够掌握重点,看来是合适的。

如上所述,本书是反映了当前大地构造研究从槽、台到板块的现状。但是随着研究的深入,新资料在不断出现,大地构造理论在迅速发展,所以本书所采用的某些论点及所选用的内容等将会出现新问题,连同本书中还难免存在的某些缺陷,只能有待编者再版时修订。

主审人:

徐嘉炜 马瑞士 李志超 严国柱 陶洪祥

一九八三年元月于西安

前 言

《大地构造学基础及中国区域构造概要》是在各级领导的关怀和兄弟院校的支持下,按高等地质院校“地质学专业”和“地质矿产调查专业”以外的各类地质专业教学计划要求,根据1981年6月和1982年3月地质矿产部区域构造教材编审委员会制订和修订的教学大纲,以成都地质学院现行试用教材《大地构造基本概念》和《中国区域大地构造学》为基础,结合我院多年来的教学实践,进一步修编而成。

本教材大纲的初稿由成都地质学院区域地质教研室(黄邦强执笔)提出,经区域构造教材编审小组会议讨论后,由成都地质学院区域地质教研室黄邦强,张朝文,金以钟分工编写教材细纲和执笔完成。全文由黄邦强(主编)统一修改和校核。教材各章节的具体分工:绪论及第二、三、四章和第九、十、十二章的第三节由金以钟编写;第五、六、七、十三章由张朝文编写;其余章节由黄邦强编写。

教材完稿后,区域构造教材编审委员会于1982年7月和1983年1月分别召开会议和主审人会议进行评审,编者根据评审意见和教研室其他教师的意见,多次进行修改和补充,使教材质量得到进一步提高。在此我们向区域构造教材编审委员会的全体委员、主审人和参加各次会议的代表及成都地质学院朱夔玉、董榕生等表示感谢。

本教材着重介绍国内外当前流行的主要大地构造学基本理论和研究方法,简要论述中国大地构造基本特征及其演化,并选择中国某些研究较详、有代表性的地区,进行了较详细的分析论述。为了提高教材质量,贯彻“少而精”的原则,书中尽量选用国内外最新资料,力求反映当前研究水平,并尽力避免与先修课程的相关内容重复,既保持本课程的系统性又不致篇幅过多。

本教材虽经多次修改和校核,但由于编者的水平所限,仍难免有错漏和不当之处,敬请各方面的专家、教授、院校师生和地学工作者批评指正。

编 者

1983年3月

目 录

绪论	1
一、大地构造学研究的对象和任务	1
二、大地构造学的研究方法	2
三、大地构造学发展简史	4
第一篇 大地构造学基础	
第一章 地壳上地幔构造	9
第一节 地球内部的主要分层	9
一、地壳、地幔和地核	9
二、岩石圈、软流圈和中间圈	10
第二节 地壳及上地幔的不均一性	11
一、地壳的不均一性	11
二、上地幔的不均一性	13
第三节 地壳上地幔构造类型划分	16
第四节 重力异常、磁异常、电导率异常及热流分布与地壳上地幔构造	21
一、重力异常与地壳上地幔构造	21
二、磁异常与地壳上地幔构造	23
三、电导率异常与地壳上地幔构造	24
四、热流分布与地壳上地幔构造	24
第二章 地槽	27
第一节 地槽的概念	27
一、地槽的早期概念	27
二、地槽概念的进一步发展	28
三、近代对地槽概念的认识	29
第二节 地槽的基本特征	31
第三节 地槽的发展	32
一、地槽发展的基本模式	32
二、构造旋迴及其划分	36
三、地槽形成的机制	39
第四节 地槽—褶皱系有关名词概念	40
第三章 地台	42
第一节 地台的基本概念	42
一、地台概念的提出和发展	42
二、一般采用的地台概念	43
第二节 地台的基本特征	44
第三节 地台的发展	45

IV

第四节 地台有关名词概念	46
第四章 深断裂	48
第一节 深断裂的概念	48
一、深断裂概念的由来和发展	48
二、一般采用的深断裂概念	49
第二节 深断裂的鉴别标志	50
第三节 深断裂的类型	51
一、按深度和特征分类	51
二、按力学性质和位移方向分类	52
三、深断裂的其它分类	52
第四节 深断裂在地壳构造发展中的作用	53
第五章 大陆漂移	55
第一节 大陆漂移说的由来和发展	55
第二节 大陆漂移的证据	56
一、大陆拼合	56
二、古生物和古气候	56
三、平移断层	61
四、古地磁	61
第三节 显生宙的大陆漂移	63
第六章 海底扩张	66
第一节 海底扩张说的依据	66
一、海底地形	66
二、海底沉积物的侧向变化和海底年龄	66
三、转换断层	69
四、海底磁异常	71
第二节 大洋发展阶段	73
第三节 海底扩张说的基本内容	76
第七章 板块构造	78
第一节 板块构造的概念和板块划分	78
一、板块构造的概念	78
二、板块的划分	78
第二节 板块边界类型和板块运动	73
一、板块边界类型及板块间的相对运动	78
二、三合点	81
三、板块运动的全球格局	81
四、板块运动的驱动力	82
第三节 板块构造与地质作用	86
一、拉张型板块边界的地质作用	86
二、转换型板块边界的地质作用	88
三、挤压型板块边界的地质作用	90
四、板块内部的地质作用	97

第四节	板块构造与地槽	99
第五节	板块构造与大陆增生、地壳演化之间的关系	101
第六节	古板块边界的确定	102
第七节	对板块构造的评价	106

第二篇 中国区域构造概要

第八章	中国大地构造区划	108
第一节	中国地势特征	108
第二节	中国大地构造位置	109
第三节	中国大地构造分区	110
第九章	中国的地台区	113
第一节	引言	113
第二节	中国地台区主要构造单元特征简述	113
一、华北地台	.....	113
二、扬子地台	.....	116
三、塔里木地台	.....	119
四、南海地台及喜马拉雅辗掩构造带简况	.....	120
第三节	中国地台区实例——山西断隆大地构造基本特征	121
一、概述	.....	121
二、地台基底形成时期的基本特征	.....	121
三、地台盖层发育时期的基本特征	.....	125
四、小结	.....	128
第四节	中国地台的主要特点	130
一、中国地台具明显的活动性	.....	130
二、中国地台内部具显著的差异性	.....	130
三、中国地台具有自己独特的发展过程	.....	131
第十章	中国的地槽区	132
第一节	引言	132
第二节	中国地槽区主要构造单元特征简述	132
一、北部地槽褶皱区	.....	132
二、西南地槽褶皱区	.....	137
三、滨(环)太平洋地槽褶皱区	.....	144
第三节	中国地槽区实例——祁连加里东褶皱系大地构造基本特征	148
一、概述	.....	148
二、前寒武纪时期的发展概况	.....	149
三、早古生代(加里东旋迴)大地构造发展特征	.....	149
四、晚古生代—新生代(地槽期后)发展概况	.....	155
五、小结	.....	157
第四节	中国地槽的主要特点	158
一、中国地槽的活动特征	.....	158
二、中国地槽的构造迁移	.....	159

三、中国地槽与地台的接触 关系	160
第十一章 中国东部陆缘海盆及边缘海盆	162
第一节 引言	162
第二节 渤海	162
第三节 黄海	164
第四节 东海	165
第五节 南海	166
第十二章 中国的深断裂	169
第一节 中国的断裂构造格局	169
第二节 中国主要深断裂特征简述	174
第三节 中国深断裂实例——郯庐深断裂的基本特征	175
一、引言	175
二、断裂带的基本特征	176
三、断裂带的形成时间和活动方式	183
四、结语	185
第四节 中国的深断裂分布与深层构造的关系	186
第十三章 中国板块构造概论	190
第一节 概述	190
第二节 古板块重建实例——祁连山地区板块构造分析	191
一、祁连山地区地质概况	191
二、祁连山构造发展模式	194
第三节 中国板块构造轮廓	197
一、中国板块构造格局	197
二、中国各区板块构造概况	197
第十四章 中国大地构造演化	206
第一节 太古代—早元古代阶段	206
第二节 中晚元古代阶段	208
第三节 古生代阶段	208
第四节 中、新生代阶段	209
主要参考文献	210

绪 论

一、大地构造学研究的对象和任务

“大地构造”(τεκτονικός)一词源出古希腊文,原意指(上层)建筑。在地质文献中,最早见于十九世纪中叶(Naumann, 1850),当初泛指地壳的组成和结构。直到本世纪初,它才发展成为地质科学中一门重要的、独立的分支学科。其后较长一段时间里,大地构造学(Geotectonics)与构造学(Tectonics)是同义语,一般认为大地构造是研究地壳构造的发生、发展、演化及其运动规律的科学。

大地构造学是一门区域性很强的科学。长期以来,由于探测手段的限制,大地构造研究主要限于大陆地区。五十年代以来,随着海洋探测和航天(空)探测技术的发展,扩大到占地球表面积71%的海底构造乃至全球构造的整体研究,从而使现代大地构造学有可能阐明全球性构造作用、构造格局和构造发展规律。

大地构造学又是一门历史性很强的科学。苏联构造学家于三十年代初,最先提出从地层及其接触关系入手,研究地壳构造及其运动的发展历史。奥地利的休斯(Suess, E.)和苏联的沙茨基(Шатский, Н. С.)等许多构造学家的研究方法都属此范畴,他们都侧重从地质发展历史方面来研究大地构造,因而被称为“历史大地构造学”,它已经成为大地构造研究中的主要内容之一。

随着海洋地质、地球物理、地球化学、同位素地质、实验地质和深部地质等地球科学各学科的发展,数、理、化等基础学科与地质学的日益结合,各种新技术、新方法的广泛使用,以及各分支学科之间的相互渗透和相互结合,大地构造学已把大陆构造和海洋构造、区域构造和全球构造、深层构造和表层构造、显微构造和宏观构造以及地球构造和新兴的行星(宇宙)构造等有机地结合起来进行综合对比分析研究,更好地解决一些重大的全球性构造问题。因此,大地构造学也是一门综合性强的学科。

综上所述,近代大地构造学是研究地壳和上地幔的结构、组成、构造特征及其演化、成因、运动、动力的一门学科。

大地构造学研究的对象主要是地球表层——整个固体岩石圈或构造圈(即包括地壳和上地幔最顶部)的各种构造类型及其特性。地壳和上地幔的构造无论在时间发展上或是空间分布上都各不相同,这种差异性是由于地壳和上地幔组成结构的不均一性,以及由此引起的壳-幔物质不断地发生运动变化的结果。

大地构造学研究的内容主要包括各种不同构造单元中的沉积建造、岩浆活动、构造变动、变质作用和成矿作用以及地球化学与地球物理等诸方面特征。通过上述各种基础地质和地球物理、地球化学等资料的综合分析,从而得出每个地区的大地构造性质及其发展历史,并进一步深入对比划分出不同的地壳上地幔构造类型。这是大地构造学研究中的一项基本任务。

大地构造学的研究具有重大的实践意义和理论意义。我国社会主义建设事业和实现四个现代化的宏伟目标,需要大量矿产资源、能源和地质环境以及地震等资料。在这方面,大地构造的研究起着十分重要的作用。这是因为矿产资源和能源作为一个地质体,它的形成和分布规律是与地球表层的地质构造及其发展密切相关的。大地构造研究的目的之一,就是探索地球物质组分和运动状态及其空间分布、演化与富集等规律,从而为成矿规律和矿产预测提供依据,以便正确地指导矿产的普查与勘探。地震是现代构造运动表现的主要形式之一,地震带的分布、地震分区与地质构造有密切的联系。大地构造研究可以为地震研究、地震预报和大型工程建设以及防治地质灾害、环境保护等提供可靠的地质依据。

大地构造学的理论意义在于它对全球地壳构造运动及其发展规律和形成原因的研究,可以为地球起源和演化,以及天体演化的研究提供依据。同时,促进地球科学理论的发展。

二、大地构造学的研究方法

(一) 历史分析法

地质历史分析法(又叫历史—构造比较分析法)是以各种地质、地球物理、地球化学资料为基础,按地史发展的顺序,探讨不同阶段大地构造发展的特点,着重研究和比较壳—幔各部分构造的发生、发展和转化,找出它们之间的共同性和差异性,阐明它们的运动规律。地壳和地幔的物质总是处在不断地运动、变化和发展过程中。因此,研究大地构造必须立足于研究壳—幔物质组成,即岩石建造的成分、性质、类型、分布及其在壳—幔构造发展中,随着时间和空间的变迁所显示的各种转变,包括物质组成的变化和构造形态的改变。这种研究概括起来主要包括沉积建造、岩浆活动、构造变动、变质作用、成矿作用以及重力、磁力、电法、地震、热流等地球物理探测资料和地球化学资料的综合分析等几个方面。

1. 沉积岩相、建造分析:从地层发育、岩性、岩相、厚度、接触关系以及它们在空间上和时间上的变化,恢复各地质时期的古地理面貌(海陆分布、海侵方向,海水深度和沉积相分布特征等)、古气候状态、隆起(大陆剥蚀区)与拗陷(湖泊或海盆沉积区)的分布状况、地壳沉降幅度(即沉积物厚度的相对大小)与速度(快速或逐渐堆积)、古构造状况(强烈频繁差异振荡伴有火山活动或缓慢微弱升降无火山活动)以及演化历史(各地质历史时期中隆起与拗陷的空间位置、大小、形状、延伸方向、升降幅度和速度等变化)。

2. 岩浆活动分析:从岩浆岩的时代、岩性、岩相、产状、规模、活动方式和类型等,确定岩浆活动在时间上和空间上的变化及其与构造运动的关系,恢复不同地区和不同时期岩浆活动的规律。

3. 构造变动分析:从地层接触关系和褶皱、断裂类型,确定构造运动的时期、强度、影响范围,划分出大地构造发展阶段,重塑地壳构造运动史。

4. 变质作用分析:从变质岩的时代、岩性、分布、变质相及其与岩浆活动和构造变动的关系,确定变质作用时期、类型、强度、次数和影响范围等。

5. 成矿作用分析:从矿产种类、矿床类型和特征、成矿时代、围岩类型以及空间分

布等诸方面的分析,确定成矿作用与各种地质作用(即控矿地质因素)的关系及其大地构造背景。

6. 地球物理探测资料分析:研究不同地区地壳与上地幔的重力、磁力和热流等异常的分布特征,震源分布及不同地震速度层和电导率层的深度与横向变化等,以及各种地球物理场在地质历史发展中的变化特征。

7. 地球化学资料分析:研究不同地区地壳与上地幔的各种化学元素、元素组合和同位素在时间上和空间上的分布及其变化特征,以及陨石与月岩资料同地壳、上地幔的对比等。

综合归纳上述地质、地球化学和地球物理等七个方面的特征,对比它们在空间上和時間上的差异变化,据此划分出不同类型的大地构造单元,并进而区分不同构造单元的发展阶段及其演化规律。

(二) 力学分析法

力学分析法是从研究各种构造(包括显微构造)的力学性质、组构方位、组合特征、生成次序以及模拟构造成因机制等入手,推导或重塑形成各种构造的应力场及其演化规律。例如地质力学和构造物理学等都采用此方法。

七十年代以来,在研究全球性地壳伸长、缩短和大型平移剪切破裂以及塑性形变等方面行之有效的显微构造分析中,广泛采用了近代科学新技术,加强了显微构造与大型构造之间的演化联系。特别是应用矿物的构造作用效应、晶格位错理论和构造应力场及其有关实验模拟等。它不仅被广泛用来探讨变形构造的几何组构和力学性质,成为研究构造变形作用的运动学和动力学的重要辅助手段;而且正在深入到揭示天然变形岩石的微观变形机制,并朝着利用透射电镜和扫描电镜进行超显微构造直接观察的技术发展,使它已成为当前大地构造研究中取得微观方面信息的一种重要基础研究方法。

(三) 地球物理方法

大地构造研究中的地球物理方法,主要根据地壳与上地幔物质组成、结构上的不均一性,在各种物理场上的反映来研究地壳与上地幔构造特征。地球物理方法在大地构造研究中具有十分重要的意义,尤其是在查明深部构造和隐伏构造时,它更是必不可少的重要手段。运用地球物理方法主要解决以下问题:(1)确定各种界面的形态和埋藏深度,拗陷区覆盖层的厚度和基底的起伏,圈定隐伏岩体边界等;(2)查明地表构造向下的延伸及变化;(3)确定和追索隐伏断裂带;(4)研究地球内部构造,地壳与上地幔物质组成、结构及其变化;(5)研究海底构造;(6)划分大地构造区。其主要方法如下:

1. 地震法:利用地震仪测定震源分布,研究发震机制,测量天然地震或人工地震的地震波速度层的分布。主要用于研究地球内部构造、各种分界面及不同速度层的分布和断裂位置、延深与位移方向等。

2. 重力法:应用重力仪在陆上或海上测量各地区的重力异常值,或用人造卫星资料计算地球重力场。主要用来研究地壳和上地幔的横向变化,计算出地壳及覆盖层厚度,确定隐伏断裂位置及其延伸等。

3. 磁法:用磁力仪在陆地、海上或空中测量地球磁场的地区性或区域性变化(磁异常值)。主要用于研究基底构造、隐伏岩体分布及埋深和追踪深断裂带等。

五十年代发展起来的研究不同地质时期岩石剩余磁性的古地磁学,能定量地获得地质时期的地磁极座标位置与标本形成时期取样产地的古纬度,可用于研究大陆漂移、海底扩

张和断裂位移等。

4. 电法：运用直流测深、大地电磁测深、电磁测深或地磁测深，测量地球内部电导率分布，地壳与上地幔中高电导层的分布及电导率的横向变化。主要用于研究地壳与上地幔深部构造和深断裂的地下延伸等。

5. 热流法：用专门仪器在钻井、矿坑和海底测量地球内热外流的数值。所得地表热流值是研究地球内部热状况和热过程的最直接依据。用于研究地球内部物质的热运动和发生于地壳与上地幔中的各种地质作用的动力来源，以及了解地下深部构造等。

（四）大地构造研究中的其他方法

1. 遥感遥测：是六十年代新出现的一门边缘学科。它具有高效率、高速度、高精度和低成本的特点。目前主要利用各种卫星象片查明大区域的构造特征，尤其是识别环形构造、隐伏线性构造等方面成效显著。

2. 高温高压实验：研究地球的物质组成、演化及运动规律，需要对整个地球由表及里作全面的了解。过去只限于对地壳浅层（10公里以上）的观测。现在人工实验产生的高温在2000℃左右和高压已达到200~300千巴，相当于地幔深处地质作用的条件，这无疑将把大地构造学的研究推进到一个新的发展阶段。

3. 数理统计和电算：在大地构造研究中，近年已愈来愈多地采用统计分析和计算机等技术，主要进行数学模拟地质构造和计算地壳运动速度、演化过程以及整个构造圈的发展历史与大陆拼合等。

4. 深海钻探：从国际深海钻探计划（IPOD）和1968年8月美国格拉玛·查林杰号（Glomar Challenger）钻探船正式服役以来，已经获得了世界各大洋海底构造的新资料。八十年代开始，一艘新的吨位更大、性能更优越的“海上浮动实验室”号已经代替退役的查林杰号。另有两艘较大的深海潜水器也将进入现役，潜水深度可达六千米。这样，除了象马里亚纳等特别深的海沟外，世界上任何海底都可以去实地观测与采样，那将会揭开大洋壳的奥秘。

5. 行星类比：人类第一个到达月球表面的科学工作者是一位地质学家。航天技术的发展，已经对好几个地球外星体直接进行观测和采样，通过行星类比，可以对地球的起源、演化作更深入剖析，它肯定会推动大地构造学的进一步发展。

三、大地构造学发展简史

（一）十八世纪前的启蒙时代

我国古代祖先对大地构造现象的观察和记载是最早的，《诗经》上早就有“高岸为谷、深谷为陵”，是对发生在周幽王二年（公元前780年）陕西一带大地震所引起的山崩地裂现象的记载。唐代（公元七世纪）颜真卿著《颜鲁公麻姑仙坛记》中“东海三为桑田”的说法，是对海陆变迁过程的概括。北宋（十一、二世纪）沈括著《梦溪笔谈》和朱熹著《语录》中，都有对地壳升降运动的科学论证和地质构造发展过程的分析。

国外，远在古代希腊文化时期（公元前500年），哲学家赛罗芬就注意到了莫尔他岛上高出海面的岩石上有海生贝壳和其它生物的印痕。达·芬奇（Leonardo da Vinci, 1452—1519）也对海陆变化作过论述。

(二) 经典大地构造假说的形成

十八、十九世纪是经典大地构造理论假说形成的时期。这时期地质学界出现的水成学派与火成学派之争和灾变论与均变论之争，都直接推动了大地构造理论的发展。最初是解释山脉成因的隆起说，继之是分析褶皱山系成因的收缩说，最后是地槽拗陷和后地槽造山带成因的地槽—地台说。

1. 隆起说：最初是俄国的罗蒙诺索夫 (Ломоносов, М. В., 1711—1765) 提出，由英国的胡顿 (Hutton, J., 1726—1797) 进一步发展，而后由布赫 (Leopold von Buch, 1794—1852) 和瑞士的斯图德尔 (Studer, B., 1794—1887) 完善。它在十九世纪上半叶的大地构造学中一直占居优势。其主要论点是：地球内部的岩浆上升侵入到山体的中央部分，使岩层从中央向边缘倾斜，并挤压成褶皱和断裂。它的出发点是：垂直运动是基本的，水平运动是派生的。后因它不能解释褶皱带的特点和褶皱并非由岩浆侵入造成等缺陷而被摒弃。

2. 收缩说：地球由于冷却而收缩引起地壳侧向水平挤压的假说，是在 1852 年由法国的狄鲍蒙 (Elie de Beaumont, 1798—1874) 提出的。认为地球上全部褶皱山的形成，就象干缩的苹果表面皱纹形成一样。后来休斯 (1831—1914) 在收缩说中加进了关于地壳可分成刚性地段和柔性地段的概念，认为地壳结构是不均一的，在地球普遍压缩过程中，刚性地段揉挤和压缩柔性地段形成褶皱山系。收缩说的进一步发展是由海姆 (Heim, A., 1878) 和贝特朗 (Bertrand, M., 1847—1909) 完成的。十九世纪下半叶，收缩说在大地构造学中几乎一直占着优势的地位，迄今仍有一定影响。但因收缩作用的成因及其原动力有疑问而逐渐失去其意义。

3. 地槽—地台学说：在收缩说的基础上，美国的霍尔 (Hall, J., 1811—1898) 和丹纳 (Dana, J. D., 1814—1895) 创立了地槽理论。认为地槽是地壳上的巨大拗陷，是在水平挤压力影响下产生的，拗陷被沉积物补偿充填，而以后的压力就把这些沉积物挤压成褶曲。地槽学说在奥格 (Haug, E., 1900)、阿尔冈 (Argand, E., 1916)、施蒂勒 (Stille, H., 1924, 1941)、凯伊 (Кау, М., 1951)、沙茨基、裴伟 (Пейве, А. В.)、西尼村 (Синицын, В. М.)、哈茵 (Хаин, В. Е.) 和别洛乌索夫 (Белоусов, В. В.) 等人的著作中得到了进一步的发展和完善。同时，俄国和苏联的卡尔宾斯基 (Карпинский, А. П., 1847—1936)、阿尔汉格尔斯基 (Архангельский, А. Д., 1876—1940) 和古勃金 (Губкин, И. М., 1871—1939) 等，根据俄罗斯地台等的研究，使地台理论逐步趋于完善。

这一传统的槽—台大地构造理论，在十九世纪下半叶至二十世纪中叶的整整一个多世纪，一直占统治地位，在大地构造学和整个地球科学领域中，长期以来起着巨大的作用，其影响延续至今。

(三) 新全球构造理论的形成

本世纪初以来，大地构造学在活动论 (即主张地壳以水平运动为主的观点) 与固定论 (即主张地壳以垂直运动为主的观点) 之间展开了激烈的争论。从 1900 年前后出现的大陆漂移概念，在魏格纳 (Wegener, A., 1912) 及其赞同者们的著作中发展成为系统的假说。它提出现今的大陆是由一个或两个原始超级大陆漂移开来的。这样就又在支持大陆漂移假说和反对者们之间展开了论战。六十年代初，赫斯 (Hess, H. H., 1960) 和迪茨 (Dietz,

R. S., 1961) 提出了海底扩张说。到六十年代末, 由法国的勒皮松 (Le Pichon, X., 1968) 等进一步发展成为地球表层有少数薄壳状的刚性岩石圈板块在上地幔软流圈上水平运动着的板块构造学说。

这一学说是综合了近二、三十年来, 地球科学各学科的新成果和采用现代先进技术所获得的新资料基础上, 建立和发展起来的新全球构造理论, 使大地构造学研究进入了一个崭新的阶段。目前国际上, 在板块构造学说的推动下, 有的与它相结合而获得新生, 如地槽—地台说和深断裂 (线性构造); 有引用其某些成就来改造而得到发展, 如波动说 [范贝梅伦 (Van Bemmelen, R. W., 1977)] 和膨胀说; 有站在对立面坚持固定论观点的, 如深层分异说 (别洛乌索夫, 1975, 1979)。现择要简介一二如下:

1. 深层分异说——别洛乌索夫曾几次强调地球各圈层 (特别是深层地幔物质) 的分异作用的重要性, 它是构造作用的根本原因。1975年更系统地提出了深层分异作用说和地球演化的模式。认为上地幔物质受放射性热熔融发生重力分异, 重的玄武质岩浆不断下沉 (即形成地槽拗陷, 充填补偿沉积物), 轻的花岗质岩浆不断上升 (即地槽上隆, 岩浆底辟挤压周围沉积物形成褶皱山系), 这就是别洛乌索夫著名的地壳垂直振荡运动说。其逆向转化, 即大陆硅铝壳遭受地幔重物质的贯入, 使密度增加而下沉成为大洋盆地, 称为“大洋化” (或基性岩化)。这一假说基本上能够解释地槽深拗陷达数万米的部分补偿现象。并用“宝塔式”大洋化来解释洋壳的年龄和海底条带状磁异常的空间分布特征。但他完全忽视海底扩张和大陆漂移所表现的大规模水平运动这一客观事实, 是其严重缺陷。

2. 膨胀说——即地球正在受热膨胀的假说。早在二十年代, 林迪曼 (Lindeman, B., 1927) 就认为地球表面主要特征是拉张裂谷, 还提出大洋的形成也是地球受热膨胀导致地壳拉伸破裂的结果。据此假说, 许多学者从古地理等资料计算证实, 地球的直径随着地球不断膨胀而增大, 结果使地壳发生破裂、海底扩张和大陆漂移, 这些结论与板块构造说不谋而合。地球上除了有拉张裂谷外, 还有为数众多的显示水平挤压或收缩作用的巨大造山褶皱带。地球膨胀说与近代天文观测到地球旋转速度加快、可能会引起地球收缩的现象不符。

从现代地球卫星象片上, 可以明显地看出, 地球表面的构造往往时胀时缩, 此起彼伏; 既有收缩的褶皱山脉, 又有拉张的裂谷; 两者相互交替排列, 呈现一幅复杂的构造图案。因此, 笼统地把大地构造成因归咎于垂直振荡运动的说法, 或者企图简单地用全球统一的膨胀或收缩假说来解释复杂的构造现象, 都是难以成功的。面对错综复杂的大地构造现象, 正确的科学态度应该是: 修改模式去符合事实, 而不是搜集事实去充实模式, 更不能歪曲事实去迎合预想的模式。

· (四) 中国大地构造研究简况

自1939年李四光发表《中国地质学》和1945年黄汲清发表《中国主要地质构造单位》以来, 中国大地构造研究有了很大发展。新中国成立后, 广泛进行的区域地质调查、矿产普查、地球物理探测以及各种专题性和综合性的科学研究成果有: 在广大区域地质工作者的努力下, 截止1980年底, 1:100万区域地质调查及编图工作已完成894万平方公里, 占全国面积的93.1%; 1:20万区域地质调查已完成515.3万平方公里, 占全国面积的53.7%; 1:5万区域地质调查, 据不完全统计已完成11.49万平方公里, 占全国面积的1.2%。在此基础上先后编制出版了1:300万 (1960)、1:200万 (1968) 和1:400万 (1976) 中国地质图,

1:500万亚洲地质图(1975),中国分省地质图集(1973),1:100万分幅地质图和大地构造图(1958—1965)。各省、自治区(除西藏和台湾省外)都在最近几年新编出版了各省(区)的1:50万地质图。西藏地质局编制了1:150万青藏地质图,填补了世界最高屋脊的地质空白。近年来,我国海洋地质工作发展迅速,我国自己制造的第一艘远洋调查船已经下水,对西太平洋部分海域进行了观测和采样,获得许多有价值的海底地质资料。随着沿海大陆架石油的勘探与开发,对中国东部的黄海、东海和南海等三大海域区作了大量调查工作,并在此基础上于1978年编制了1:300万中国东部海域地质图。所有这些对区域大地构造的研究提供了有意义的丰富资料,从而促进了我国大地构造的研究工作。

我国所处的大地构造位置,由此所确定我国特殊的、丰富多样的地质构造特点,为发展大地构造理论提供了有利的物质基础,这就使大地构造学成为我国地质科学中最活跃的研究领域之一。持有不同学术观点的构造地质学家,用不同方法,从不同角度探讨中国大地构造发展规律,提出不同的大地构造理论,逐渐形成不同的大地构造学派,推动了我国地质科学的发展。

从五十年代开始,在中国大地构造研究方面成果较显著的有:张文佑运用地质力学分析法和地质历史分析法相结合的方法,逐步创立了断块构造学说,主编出版了1:400万中国及邻国边境大地构造图与说明书《中国大地构造纲要》(1959)、1:500万中国及邻区海陆大地构造图与说明书《中国及邻区海陆大地构造概论》(1983);黄汲清运用历史构造分析法,创立了多旋迴构造运动及准地台的理论,主编出版了1:300万中国大地构造图(1960)及说明书《中国大地构造基本特征》(1962),并指导任纪舜等编制出版了1:400万中国大地构造图(1979)及说明书《中国大地构造及其演化》(1980);运用李四光在我国独创的地质力学的观点和方法,中国地质科学院地质力学研究所主编出版了1:400万中国构造体系图(1976)及说明书《中国主要构造体系》(1978);陈国达采用地质历史分析和构造应力分析相结合的综合分析方法,在地台活化论基础上创立了地洼说及其进一步引伸的递进说,并指导国家地震局广州地震大队主编出版了1:400万中国大地构造图及说明书《中国大地构造概要》(1978);张伯声根据中国区域的地壳波浪状构造运动特征创立了波浪状镶嵌构造学说,并指导西北大学地质系中国区域地质构造研究室编制了1:1000万中国大地构造图(1977)及说明书《中国地壳的波浪状镶嵌构造》(1980);马杏垣对中国大陆地壳前寒武纪构造演化进行了系统阐述(1960, 1963, 1979, 1980),最近强调重力滑动在构造运动过程中的重要作用(1981)。

七十年代开始,板块构造学说由尹赞勋首先引入我国。嗣后,李春昱对中国板块构造和亚洲板块构造的发展作了较深入探讨(1978, 1981);郭令智运用建造—构造分析法,从板块构造观点对华南大地构造发展有了进一步的研究(1980);常承法等着重对青藏高原的地质特征及其板块构造的发展规律,特别是板块碰撞缝合线方面作了比较详细的调查研究(1973, 1980);王鸿祯运用历史分析法,从活动论观点探讨了中国地壳构造发展的主要特征(1981, 1982);朱夏等用板块构造理论对中国含油气盆地的形成和演化规律作了综合研究(1980, 1981);徐嘉炜对郯—庐断裂带的大规模平移运动特征作了较详细的研究(1980)。

所有各个学派的学术观点尽管各不相同,但都对中国大地构造研究作出了一定贡献,分别总结出了我国独特的大地构造理论和学说,有的已受到国内外地质界的重视。

（五）大地构造研究的动向

地表的各种构造现象，既形成于不同时代又导源于不同深度，彼此之间互相联系，构成一个有机的整体。自六十年代以来，大地构造研究领域的深广度大大扩展，迅速突破了各自为政的传统研究状态，进入了国际大协作的新阶段。从1959年起，国际地科联、国际大地测量协会和地球物理联合会已经组织和开展了三次国际协作计划——即1959—1960年的国际地球物理年、1960—1970年的国际上地幔计划和1970—1979年的国际地球动力学计划。板块构造学说的问世及其发展，就是国际间协作的最显著成果。但板块构造学说还说明不了所有的地球构造现象，尤其对大陆区内构造研究表明，地壳和地幔的组成、发展及其运动的实际情况，远比板块构造说所描绘的更为复杂。因此，当前国际上赞成板块说者（活动论）与反对板块说者（固定论）之间的争论仍十分激烈。

八十年代，将要开展一项新的全球性大型国际岩石圈计划（1980—1989），目的是研究和解决板块构造学说中存在的若干重大问题，其中包括板内构造和板块的驱动机制等问题。这里需要强调指出的是中国由于其所处的大地构造位置，在研究全球构造中具有特别重要的意义。国内外学者都把注意力集中在引人瞩目的青藏高原和雅鲁藏布江缝合带，中国东部滨太平洋构造以及古亚洲大陆构造等方面，从某种意义上来说，它们也许是决定板块构造能否圆满地解释大陆板内构造的关键所在。因此，作为中国的大地构造学家们，应当为担负这一光荣而艰巨的任务，从中国的地质具有中国自己的特色这一实际出发，在大地构造领域中，作出应有的贡献。

第一篇 大地构造学基础

第一章 地壳上地幔构造

第一节 地球内部的主要分层

一、地壳、地幔和地核

地球内部的分层主要依据地震波速度随深度的分布，地震波速度或速度梯度急剧变化的水平面（称为不连续面）是地球内部分层的界面。两个第一级不连续面（莫霍面和古登堡面）把地球分为地壳、地幔和地核三大部分，它们约各占地球体积的0.5%、83.3%、16.2%，和质量的0.3%、68.4%、31.3%。次一级不连续面进一步把地幔分为上地幔、过渡带、下地幔，和把地核分为外核、过渡层、内核（表1—1、图1—1）。

表 1—1 地球内部的大致分层

（布伦，1958，1967）

名 称	层	深度范围 (公 里)	P波速度 (公里/秒)	S波速度 (公里/秒)	P和S波速度特征
地 壳	A	0—33	变化大	变 化 大	复杂
上 地 幔	B	33—410	7.8—9.0	4.4—5.0	正常梯度
过 渡 带	C	410—1000	9.0—11.4	5.0—6.4	大于正常梯度
下 地 幔	D'	1000—2700	11.4—13.6	6.4—7.3	正常梯度
	D''	2700—2900	13.6	7.3	梯度接近于零
外 核	E	2900—4980	8.1—10.4	没有测到	正常P梯度
过 渡 层	F	4980—5120	10.4—9.5		负P梯度
内 核	G	5120—6370	11.2—11.5		小于正常P梯度

1. 地壳：莫霍面以上的地球表层。地壳的结构和厚度都极不均匀，地震波速度在纵向和横向上的变化都十分复杂。

2. 上地幔：从莫霍面延伸到400公里左右的不连续面。顶部是0—50公里厚的高速层，为地幔顶部的刚性顶盖，其下为厚约150公里的低速带。低速带底至400公里左右，纵波速度缓慢增加，地幔是相对均匀的。上地幔中常见地震波速度的横向变化。

3. 过渡带：从400公里到1000公里左右，是上地幔与下地幔之间的过渡区域。它的特征是地震波速度梯度大于正常梯度，并在几个深度范围内显示出特别高的速度梯度。波速的这种变化可能由物质的几个相变化引起，即相变为更紧密堆积的矿物。过渡带中P波横向变化不大，但S波仍有较明显的横向变化。