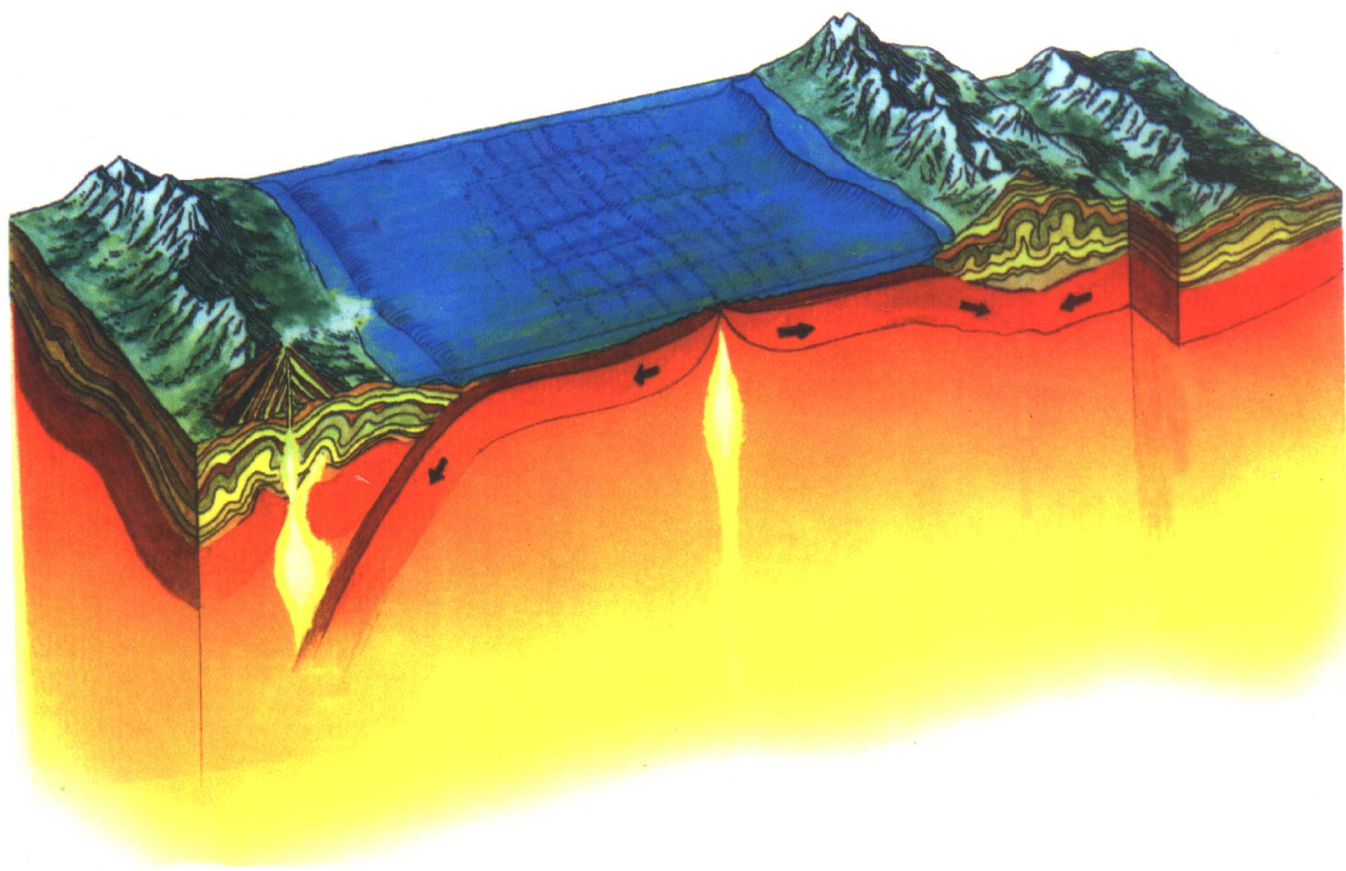


# 大地构造学 与中国区域地质

主编 / 云金表 庞庆山 方德庆



哈尔滨工程大学出版社

# 大地构造学与中国区域地质

主编 云金表 庞庆山 方德庆

哈尔滨工程大学出版社

## 内 容 提 要

本教材简要地论述了岩石圈结构与组成、岩石圈运动学与动力学;在大地构造基本理论方面着重介绍了板块构造学说和槽台学说;应用岩石圈动力学和板块构造理论探讨中国大地构造的基本特征;分析中国区域构造地质的形成、发展和演变;简明地介绍了中国主要含油气盆地的基本特征;简明扼要地介绍了在中国具有影响力的几种大地构造学说观点。本书可作为本科生及研究生的教学参考书和地质工作人员的参考书。

## 大地构造学与中国区域地质

主编 云金表 庞庆山 方德庆

责任编辑 张彦

\*

哈尔滨工程大学出版社出版发行  
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼  
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001  
新 华 书 店 经 销  
黑 龙 江 省 教 育 委 员 会 印 刷 厂 印 刷

\*

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 15.625 字数 387 千字

2002年6月第1版 2002年6月第1次印刷

印数:1—1 000册

ISBN 7-81073-247-1

P·10 定价:24.00元

# 前 言

大地构造学是地球科学中最具挑战性、思维最为活跃、最为引人注目的学科。它的理论思想变更和进步,必然引起地球科学的革命。

在一百多年前诞生的槽台学说,一直是传统大地构造学术思想的主流和经典理论,形成了较为完善的理论体系和研究方法,它为区域地质和大地构造研究积累了丰富的资料和经验,取得了丰硕的成果。在20世纪60年代开始,经历了60年坎坷曲折的历程,由大陆漂移到海底扩张,最终到板块构造学说的诞生。它成功地回答了地球岩石圈的活动规律以及产生运动的机制,解决了许多使地质学家们百思不得其解的地质事实,引起地球科学界的一场革命,这一理论被称为“全球新构造理论”。如今,它已经成为现代大地构造学术潮流的主导思想,并在地球科学的各个领域获得广泛的应用和发展,极大地推进了地球科学基本理论的向前发展。

至20世纪80年代末,岩石圈研究中的全球地质大断面、大陆反射地震、大陆科学钻探及海洋调查等领域取得了令人瞩目的成果。对岩石圈的结构与组成、岩石圈运动学与动力学、大陆岩石圈的形成与演化等一系列问题有了更新的认识。

本教材的编写以板块构造学说为基调,广泛搜集国内外最新的大地构造科研成果,引入板块构造学者对中国区域地质的主要看法,吸收我们多年来研究中国板块构造和含油气盆地的一些成果和认识,运用板块理论分析中国区域地质构造的形成、发展和演化,以及中国主要含油气盆地的基本特征。这是一种全新的理论体系,为此我们做出了不懈的努力。经过多年授课实践,不断地改进教材内容,使之逐步完善成型。为了便于学生学习和理解当今大地构造基本理论的深刻内涵,在介绍板块构造理论的同时,对比地介绍了一下槽台学说。

本教材涉及内容广泛,资料繁多,在内容的取舍上难免有所偏见甚至谬误。应用板块构造理论研究中国的地质问题正处于不断探索之中,加之作者的水平和能力的限制,错误在所难免,敬请读者加以批评指正。

本教材编写分工如下:第一章、第七章由云金表编写,第四章、第五章和第六章由方德庆编写,第二章、第三章由庞庆山编写,第八章由赵荣编写,全书由云金表审阅定稿。

在本书的编写和出版过程中,得到院教材科、系领导和教学专家组的关怀和支持,在此表示衷心的感谢。

作者  
2002年1月

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
一、大地构造学与区域大地构造学的性质 .....	1
二、中国区域大地构造学的内容和研究意义 .....	1
三、中国区域大地构造学研究方法 .....	2
四、中国区域大地构造研究简史 .....	4
五、中国石油勘探中的区域大地构造研究动向 .....	6
第二章 岩石圈构造 .....	7
第一节 岩石圈与软流圈 .....	7
一、岩石圈纵向结构及特征 .....	7
二、岩石圈类型及特征 .....	10
第二节 岩石圈的生成与演化 .....	12
一、地壳的生长 .....	12
二、水平运动与垂直运动、沉陷与隆起 .....	13
三、中、新生代山脉 .....	14
四、前中生代构造 .....	15
第三节 岩石圈运动学和动力学 .....	16
一、海底扩张和大陆漂移 .....	16
二、地幔对流 .....	17
三、重力牵引作用 .....	17
四、热点或热柱 .....	18
五、重力均衡补偿 .....	18
六、膨胀论 .....	19
七、地球自转 .....	20
第三章 大地构造基本理论 .....	21
第一节 地槽说简介 .....	21
一、地槽基本概念 .....	21
二、地台及地台活化的概念 .....	28
三、构造运动、褶皱幕和构造旋回 .....	33
第二节 板块构造学基本理论 .....	37
一、大陆漂移与古地磁 .....	37
二、海底磁异常与海底扩张 .....	39
三、板块构造学说 .....	47
四、板块运动的驱动机制 .....	52
第三节 板块环境中的地槽与造山带 .....	56
一、板块构造与地槽 .....	56
二、板块构造和造山带 .....	60

三、全球地壳构造的演化、Wilson 旋回及其对地槽发育阶段的解释 .....	64
第四节 古板块的研究 .....	67
一、岩石学方面 .....	68
二、构造方面 .....	74
三、地球物理学方面 .....	78
四、古生物和古气候方面 .....	78
第四章 中国大地构造轮廓 .....	81
第一节 中国地势基本特征 .....	81
一、中国陆地地势的三级阶梯 .....	81
二、中国地貌的东西差异 .....	82
三、东西向山脉 .....	82
四、中国地势与地壳深部结构的关系 .....	82
第二节 中国大地构造基本轮廓 .....	84
一、中国板块构造环境与轮廓 .....	84
二、中国板块构造格局与古板块的划分 .....	85
第三节 中国深大断裂 .....	88
第四节 构造旋回的划分 .....	91
第五章 古生代板块构造轮廓及演化 .....	93
第一节 导论 .....	93
第二节 华北板块 .....	95
一、华北板块基底形成阶段 .....	95
二、华北板块稳定发展阶段 .....	100
第三节 扬子板块 .....	104
一、扬子板块基底形成阶段 .....	105
二、扬子板块稳定发展阶段 .....	110
第四节 塔里木板块 .....	114
一、塔里木板块基底形成阶段 .....	115
二、塔里木板块沉积盖层的发展阶段 .....	115
三、塔里木板块的构造演化 .....	116
第五节 天山—兴蒙褶皱构造带 .....	117
一、天山造山带 .....	118
二、蒙古—兴安造山带 .....	123
第六节 昆仑—秦岭褶皱构造带 .....	126
一、构造区划与构造单元 .....	127
二、板块构造演化 .....	127
第七节 华南褶皱构造带 .....	133
一、主要构造单元及其特征 .....	133
二、华南板块构造演化 .....	135
第六章 中生代板块轮廓与发展 .....	139
第一节 青藏川滇褶皱构造带 .....	139

一、区域构造分区及特征·····	140
二、板块构造演化·····	142
第三节 中生代板内构造及其特征·····	144
一、西部地区·····	144
二、东部地区·····	148
第四节 东部大陆边缘·····	165
一、海底地形·····	165
二、深部构造和基底构造·····	167
三、东部大陆边缘构造分区·····	169
四、东部大陆边缘构造发展·····	175
第三节 南部大陆边缘·····	179
一、海底地形·····	180
二、深部构造和基底构造·····	181
三、断裂构造·····	184
四、南海构造分区·····	185
五、岛弧构造区·····	188
六、南海的成因和演变史·····	189
第七章 中国陆上主要沉积盆地简介·····	193
第一节 沉积盆地结构及其在地壳中的分布·····	193
一、沉积盆地结构·····	193
二、含油气盆地在地壳中的分布·····	198
第二节 中国陆上东部盆地群·····	202
一、东部裂谷盆地简述·····	202
二、华北(渤海湾)盆地·····	206
第三节 中国中、西部盆地·····	212
一、四川克拉通多旋回盆地·····	212
二、准噶尔断坳盆地·····	214
第八章 中国主要大地构造观点简介·····	221
第一节 地质力学·····	221
一、研究内容与方法·····	221
二、构造体系和构造型式·····	222
三、地壳运动的方式、方向和应力场分析·····	222
四、地壳运动的动力来源·····	224
第二节 多旋回构造理论·····	225
一、研究方法·····	225
二、构造单位的划分·····	225
三、中国大地构造基本特征—多旋回构造·····	227
四、多旋回构造空间分布规律—构造迁移·····	227
五、多旋回构造的原因—深层构造·····	228
第三节 断块构造·····	230

一、研究方法	230
二、理论依据	230
三、中国及邻区大地构造发展	231
四、中国区域构造应力分析	231
五、断块构造运动的驱动力	233
<b>第四节 地洼构造</b>	234
一、研究方法	234
二、中国中、新生代地质构造特征	234
三、第三基本构造单元—地洼区	234
四、地壳发展规律—动“定”转化递进说	234
五、地壳运动的机制	236
<b>第五节 波浪状镶嵌构造</b>	237
一、研究的指导思想	237
二、地壳构造的基本特征—波浪状镶嵌构造	237
三、镶嵌构造网络形成原因	240
<b>参考文献</b>	241



# 第一章 绪 论

## 一、大地构造学与区域大地构造学的性质

自 18 世纪末叶霍尔 (Hall, 1887 年) 认识到地壳在形成过程中的重大差异以来, 全球地质构造、岩相古地理、生物区划不同逐渐为地质学家所认识, 大地构造学就是在这一基础上形成与发展起来的。起初大地构造学因为主要是探讨局部区域地壳岩石圈形成、发展演化的地质学分支, 诸如褶皱带、大陆裂谷的形成演化, 故称为区域地质学。它不同于研究褶皱、断裂、节理、劈理、岩层产状的狭义构造地质学, 而是以构造运动、地层古生物、岩浆活动、变质作用、成矿作用、海进海退研究为基础的一门综合性学科。

随着地质学各领域研究的不断深入, 现代大地构造研究以全球岩石圈为对象, 同时利用当代科技成果, 其研究深部不仅局限于岩石圈, 而且深入到了上地幔, 因此大地构造学又称为全球构造学。大陆漂移说、板块构造学说就是典型代表。由此可见大地构造学是一门研究全球岩石圈形成、发展的综合性学科。

区域大地构造学是应用大地构造理论进行区域地质特征总结、区域地壳岩石圈发生发展规律研究的地质学分支。因此区域大地构造学不仅工作范围局限, 而且侧重于实际资料的综合分析, 而大地构造学则侧重于理论分析与建立, 具有探索性。由此可见大地构造学与区域大地构造学二者是两个密不可分的学科。一方面区域大地构造学的研究需要先进大地构造理论的指导, 另一方面大地构造学需要区域构造的研究成果。只有找出地球岩石圈不同区域的共性与差别, 才能将岩石圈各部分有机地联系起来, 最终分析其形成发展的规律性, 建立全球岩石圈构造运动和演化的模式。因此区域大地构造的研究是大地构造研究的基础环节。

具体区域的区域大地构造研究不仅担负着区域地质资料的分析与总结, 同时也担负着大地构造理论的改进与创新, 只有这样才能完善目前尚未完善的地质理论, 中国大地构造的研究也应如此, 这正是当代地质工作的重要任务之一。

## 二、中国区域大地构造学的内容和研究意义

中国区域大地构造学的主要任务是应用大地构造理论, 研究中国大地构造的基本特征, 特别是古生代以来中国大地构造的基本特征, 揭示其岩石圈形成、发育和演化的基本规律, 以及各类地质矿产的成矿规律和分布特征。石油勘探家则主要以含油气盆地研究为中心, 阐明油气生成和聚集的大地构造环境、盆地形成演化规律和地球动力学机制, 指出最有利油气远景区, 为勘探提供方向与依据。这就规定了它的具体内容是:

(一) 阐述中国区域岩石圈的组成和结构特征, 这是一项综合性的工作, 它具体包括区域地层、构造、岩浆岩、变质岩、矿产等几乎所有地质领域的研究。因此在区域大地构造研究中要综合分析某一区域各种地质、地球物理、地球化学等方面的资料, 以查明区域岩石圈物质组成和结构特征。

(二) 进行区域构造发展阶段的分析, 在区域资料分析基础上, 从时间上把各种地质作用联系起来, 形成区域构造演化序列, 并利用古生物、同位素资料与大区域或全球构造演化阶段进行对比。它是区域动态演化序列的基础工作, 只有这样才能历史地分析区域岩石圈在

地质历史中组成、结构及各种地质作用的演变与作用过程。

(三) 对比分析, 进行区域差异性分析。区域地质特征的不同, 是区域差异性的表现, 而正是这些差异为地球岩石圈演化提供了基本动力。同时岩石圈的差异也是成矿差异的根本原因, 不同的岩石圈结构与演化将产生不同的矿产类型和分布规律。

(四) 根据我国区域大地构造的具体特征, 总结我国区域大地构造基本特征, 并进一步探索中国大地构造的发生发展规律和地球动力。

(五) 总结我国大地构造发展, 认识中国沉积盆地的原型及地质发展史。分析盆地成藏条件与油气分布规律, 指导油气勘探与部署。

从时间与空间上进行中国区域地质的分析, 将对中国区域地质有了历史阶段的认识和单元的划分。同时在丰富的地质资料基础上可以与全球构造演化规律进行对比, 把它置于更高的角度来分析其形成演化规律和动力学来源, 这在理论上具有十分重要的意义。其次全球对比, 区域岩石圈时空变化分析, 对于成矿规律研究奠定了基础。矿产形成过程仅是区域岩石圈构造演化的一部分, 因此认清岩石圈的演化规律, 对在时间上和空间上进行矿产预测具有重要的实践意义。

### 三、中国区域大地构造学研究方法

#### (一) 历史—构造分析法

在大地构造学领域里, 各种理论和假说甚多, 它们在学术观点和思想体系上, 尽管彼此不同, 但无非都是从岩石圈组成观点或结构观点上来研究大地构造, 岩石圈的组成和结构都是物质运动在一定阶段的表现形式, 它们处在不断的运动、变化和发展的过程中, 因此从历史发展的观点来分析岩石圈组成和结构就是研究大地构造的基本方法, 这种方法就是历史—构造分析法或称地质历史分析法。概括起来, 就是以各种地质、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, 着重研究和比较地壳、地幔和各部分构造的发生、发展和转化, 找出它们之间的共同性、差异性, 阐明它们的运动规律。

岩石圈的组成和结构主要包括岩石建造的成份、性质、类型分布及其在地壳、地幔运动中, 随着时间和空间的演化所表现出来的各种产状、形态的变化。具体说来, 主要包括沉积特征、岩浆活动、构造变动、变质作用和成矿作用以及地球化学和地球物理资料的综合分析等几个方面。

##### 1. 沉积特征分析

要注意分析沉积建造类型和建造系列, 岩相—古地理、海侵海退、岩层间接触关系、厚度、古气候、生物地理区等, 从而研究各地质时期沉积区和剥蚀区的分布, 各地区之间的构造分异, 以及历史上出现过的大陆大规模分裂和碰撞, 大洋的扩张和消亡。

##### 2. 岩浆活动分析

注意岩浆活动出现的时间, 岩浆岩岩性、产状、活动方式、活动规模、岩石系列顺序等, 以了解岩浆活动在时间上和空间上的变化, 它与构造运动的关系, 并再造消失的海洋, 确定不同性质的大陆边缘和大陆裂谷带。

##### 3. 构造变动分析

根据地层之间的关系确定各时期构造运动的性质和时间, 从构造形态组合特点分析构造运动的强度及当时的动力条件, 从变形带分布、走向等方面分析大陆碰撞带的位置、碰撞时

间。

#### 4. 变质作用分析

根据变质岩的岩性、分布、时代确定变质岩类型、强度及其形成的构造意义，重塑大陆边缘性质、造山带分布以及地缝合线位置。

#### 5. 成矿作用分析

结合矿产类型、空间分布和成矿时代，研究各种矿产成矿与地质构造之间的关系，指出成矿大地构造条件和找矿方向。

#### 6. 地球物理分析

通过深部地震测深、大地电磁测深、重力、磁力法了解地壳深部物质组成的特征及其结构。古地磁分析对重建古大陆位置、了解古大陆大规模的水平运动无疑是十分重要的。岩石同位素年龄测定对研究寒武纪以前地壳演化历史也是必不可少的。

历史-构造分析法是目前大地构造研究中最基本的方法。不过，还应该指出，在运用历史-构造分析法及上述几方面具体的分析方法时，应把地层分析作为基础，沉积作用、岩浆活动、构造变动、变质作用都要通过与地层的关系把各种地质作用从时间上联系起来，没有地层的分析就没有时间的发展，各种地质作用只能是彼此孤立的，这样也就不能反映出地质构造发展的过程和演化的规律。在运用历史-构造分析法时，还应把构造运动作为主导作用，即从构造运动、构造活动性和构造环境的角度来分析沉积作用、岩浆活动、构造变动、变质作用和成矿作用，如果不是这样，分析就失去灵魂，变成一团资料的堆积。再有，在运用历史-构造分析法时，也应注意地质作用各方面之间的联系，事实上在演化过程中，各种地质作用是一个整体，它们互相制约、互相影响、不可分割。

### (二) 将今论古方法

区域大地构造以岩石圈为研究对象，现代所见的岩石圈的物质组成和结构都经历了长期演变的过程。这些都是人类出现之前地质历史时期发生的事件。在推导过去的构造时，我们经常用现代地壳上所见到的各种地质构造类型和各种地质作用，与地史上保存下来的各物质记录相比较，以找出与这些物质记录相应的构造类型，并确定地质历史上这些地壳构造类型演变的规律，这种方法就是历史比较法或是将今论古的方法。把地质历史上出现的地槽确定为大陆边缘，把地史上出现的蛇绿岩套确定为洋壳残留体或消减带都是通过历史比较法加以推论的。

当然，我们也应该看到，地球是不断演化的，地壳也是不断发展的，如地壳厚度总体加厚了，壳、幔物质分异更明显了，地壳构造类型更复杂更多样化了等等，因此，现代地壳上的各种构造类型不是地质时期出现过和各种地壳构造类型的简单重复，不能不加区分的比较。一般来说，中生代以来的情况与现代大体相似，古生代与现代差别较大，比较时要慎重，而前寒武纪特别是前寒武纪早期的状况很难加以比较，那时的地壳和地幔刚开始分异，地球的热力、动力可能与现代完全不同。

### (三) 构造类比法

区域大地构造研究中将根据不同地区地质构造及其发展历史的差别，划分出不同级别、不同性质的构造单位。严格地说，由于地壳发展不平衡，各种地质作用千差万别，各地区之间的差异是绝对的，但是不能把所有地区都划成各不相同的构造单位，这样做也是没有意义的。我们的任务是要把千差万别的各种地质的、地球物理的和地球化学的资料加以综合分

析,找出在某一尺度上相同的本质,划分出不同级别的、不同类型的构造单位,这里就需要运用构造类比法。

例如,地壳是相对于地幔而存在的,大陆地壳和大洋地壳都是地壳的组成部分,但由于大陆地壳属于硅铝质,大洋地壳属于硅镁质,就从物质组成的差别把它们划为地壳上最大一级的构造单位,但是大陆地壳和大洋地壳之间的差别比之地壳对于地幔之间的差别则是次要的。又比如台背斜和台向斜是地台上两种性质不同的构造单位,前者在长期发展中以隆起倾向占优势,后者在长期发展中以拗陷倾向为主,但是台背斜和台向斜都存在着基底岩系,这一地台结构的共同性把它们联系在一起而区别于地槽。

共性寓于个性,在研究区域大地构造中,就需要通过性质相同的大地构造单位之间和性质不同的大地构造单位之间两个方面的对比,找出其本质的差别和非本质的差别以找到划分大地构造单位的合理方案,并从中探索构造演化的基本特征。

#### 四、中国区域大地构造研究简史

我国近代的区域地质调查是以 19 世纪中叶开始的,那时,世界各帝国主义入侵中国,中国开始沦为半封建半殖民地国家。帝国主义以各种各样的方式,来进行殖民活动,他们在中国调查地质,开办矿业,掠夺矿产资源,剥削压迫劳动人民。正是在这样的历史条件下,西方的一些学者在我国的领土上进行了地质调查。美国庞培勒(R. Pumpelly)、维理士(B. Willis)、德国李希霍芬(F. V. Richthofen)等都曾对我国的地质构造进行初步研究,他们虽然做了一些有益的工作,但所掌握的资料比较贫乏,所作的有些结论今天看来是片面的甚至是错误的。

对于这种情景,鲁迅先生满怀激情,在其所著《中国地质略论》中高呼:“吾广漠美丽最可爱的中国兮,而实世界之天府,文明之鼻祖也”。他怀着感人的爱国主义思想,强烈地谴责了帝国主义的侵略:“中国者,中国人之中国,可容外国人之研究,容外族之探检,可容外族人之赞叹,不容外族之覬覦者也”。在文章结语中他又大声疾呼号召人们“奋袂而起”积极开展地质工作,以开发中国的宝藏,并提出“无一幅自制之精密地质图,非文明之国”的警句。在这著作中还简要地介绍了我国各时代地质特点及地质构造发育历史,这是有关我国区域地质的一部综合性论著。

我国的地质调查机构创建于 1912 年。自此之后逐渐开始了我国自己的地质调查和区域地质研究工作。至 1949 年全国解放以前的将近四十年间,相继建立了一些地质调查,科学研究和地质教育机构,开展了一些地区的地质调查研究,出版了自己的地质刊物,在老一辈地质工作者的艰苦努力下,地质工作取得了一定的成就,积累了不少地质实际资料。于 1924-1929 年相继编出三幅 1:100 万地质图。1949 年又继续出了另外十四幅 1:100 万地质图,与此同时还编辑了全国 1:300 万地质图,于 1952 年出版。

在这期间还出版了一些有关中国区域地质和大地构造的专门著作,其中值得提出的是李四光教授在 1939 年出版的专著《中国地质》,这是一部综合性著作,它不仅从时间上论述了我国各时代的地质发展,而且以地质力学的观点,分析了我国各种构造形式,并借以探求地壳运动的原因。稍晚,在当时编制地质图和重点研究若干区域地质构造问题的基础上,黄汲清于 1945 年发表了《中国主要地质构造单位》一书,其中包括多幅构造古地理图及我国第一幅大地构造图,此书从历史构造观点出发,划分了中国地质构造单位和构造轮回(旋回),初步总结了我国地质构造的特征。这两部著作是对解放前三、四十年间区域地质调查研究的

总结。

尽管地质学家的努力，在区域地质研究上取得了一些成就。然而由于当时中国社会长期遭受帝国主义、封建主义和官僚资本主义的残酷压迫和极端腐朽的社会制度，地质事业一直得不到很好的发展，区域地质和大地构造研究的基础也是十分薄弱的。

新中国成立后，我国地质工作发生了根本的变化，由于党和政府对地质工作的巨大关怀和重视，我国地质事业迅速踏上了大发展道路。在50年代，大兴安岭、南岭、秦岭、新疆等地区的1:20万综合地质测量，矿产普查以及全国主要盆地的石油地质工作，使我国积累了丰富的资料，并对这些地区的大地构造发展和成矿规律有了系统的认识，从而在50年代末和60年代初编制出各种大地构造图，在探索中国大地构造发展规律中，提出不同的大地构造理论，逐步形成了不同学术思想不同风格的大地构造学派。这些研究成果中，有1959年中国科学院地质研究所编制的1:400万《中国及邻国边境大地构造图》及说明书《中国大地构造纲要》；1962年中国地质科学研究院编制的1:300万《中华人民共和国大地构造图》及说明书《中国大地构造基本特征》；其它重要著作有：1956年喻德渊的《中国地质》；1960年李四光的《地质力学概论》；1963年北京地质学院区域地质教研室的《中国区域地质》等。这样就出现了我国大地构造研究的第一个高潮，大地构造学成为我国地质科学中最活跃的领域之一。

70年代后期，我国区域地质调查、矿产普查、地震地质、地球物理探测、遥感地质、深井钻探、海洋地质都得到蓬勃的发展，为大地构造研究提供先进的技术方法和多方面的资料，青藏高原的地质工作，渤海、黄海、东海、南海等海域的地质工作为大地构造开辟了新的领域。使大地构造研究在广度和深度上向前迈进了一步。这一阶段的另一特点是板块构造或全球构造学说形成一股强大的学术新思潮，成为我国研究大地构造中的一个新的方面军，一些学者从新的角度来认识我国地壳构造，地壳演化以及动力模式。从而在大地构造学派中形成鼎足之势，即地质力学派、历史构造学派和板块构造学派的分立。这一阶段中国大地构造研究达到新水平，取得了丰硕成果，比较系统的成果包括：1978年中国地质科学院地质力学研究所主编的1:400万《中华人民共和国构造体系图》及说明书《中国主要构造体系》；1977年陈国达指导，国家地震局广州地震大队主编的1:400万《中国大地构造图》及说明书《中国大地构造概要》；1980年张伯声主编的1:400万《中国银嵌构造图》及说明书《中国地壳的波浪状银嵌构造》；1974年张文佑主编的1:400万《中国断块构造图》及说明书《中国大地构造基本特征及其发展》；1980年黄汲清指导，中国地质科学院地质研究所任纪舜等编1:400万《中国大地构造图》及说明书《中国大地构造及演化》。这些成果基本上反映了我国当前大地构造研究的水平，有些成果在国际上也享有声誉，在1976年和1980年25、26国际地质学学术会议上（I、G、C），受到高度的评价。

1978年召开了第二届全国构造地质学学术会议，在会上发表了许多重要论文，为中国大地构造的百花园地里增添了光彩。值得提出的是马杏恒等（1979，1981）在前寒武纪和重力构造两个方面，对中国大地构造进行了探索，取得了可喜的成果。李春昱、王鸿祯、郭令智等都以板块构造学说为指导来研究中国大地构造。我国大地构造学的发展正进入一个百花盛开的春天。随着石油勘探的深入发展，石油勘探家对中国区域大地构造的研究也日益深入，70年代末，以朱夏为代表的石油勘探家从中国沉积盆地的独特特征出发，形成我国石油勘探中区域大地构造研究的新风格。

我国疆域辽阔，各种地质构造十分复杂，为发展大地构造理论提供了有利的条件。当

然，由于各学者研究领域的侧重点不同，思想方法和工作方法不同，加以地质构造中存在着许多未被揭露的领域，因此对中国大地构造许多复杂问题认识并不一致。这样就需要通过不同学科的互相渗透，不同系统、不同单位之间的互相协作，不同学派之间的互相学习，把我国大地构造研究推向新的高峰，达到新的水平。

### 五、中国石油勘探中的区域大地构造研究动向

中国石油勘探中的区域大地构造研究自 80 年代以来，由于老一代地质工作者的不懈努力，基本形成了两大学派，即以朱夏为代表的双体制盆地理论，它将盆地的形成分为两个地球动力学体制。他认为中生代以来岩石圈以板块构造体制活动，在这一过程形成了各种各样的盆地类型。中生代以前岩石圈的活动以槽台体制活动，它以原地升降运动为特征，盆地类型主要为陆棚浅海盆地。另一学派以张恺、罗志立为代表，他们认为自古生代以来岩石圈都是以板块形式进行运动的，故盆地是单一体制的产物。由此可见大地构造体制的研究、盆地原型的分析仍然是摆在石油地质工作者和广大地质工作者面前十分艰巨的任务。

自 80 年代以来，由于“地体”构造理论和陆内板块构造的提出对造山带形成演化形式的看法有了新的认识，这样必将导致人们对大陆边缘发展的新思维，而这里又是大陆边缘盆地广泛发育的地方。同样板内以往都认为是稳定地区，那里的盆地也应是长期沉降的产物，板片构造的提出对此也是一个挑战。

盆地的分布经过几代人的努力已基本查明。尽管地质学家以这样那样的理论体系，对其进行盆地类型的划分。然而所有分类都不能十分理想地将盆地的动力学成因给予满意的解释，板块构造似乎最接近这样的解释，但仍然存在着不少疑点，所以关于盆地动力学探讨是今后石油勘探中区域大地构造研究领域十分重要的课题，它已被世界地科联列为当代地质边缘学科。因为只有该问题的解决才能将盆地类型与油气富集规律有机联系起来。

## 第二章 岩石圈构造

### 第一节 岩石圈及软流圈

#### 一、岩石圈纵向结构及特征

根据成分和力学性质可将地球内部划分为不同的同心圈层，其分层主要是依据地震波在地球内部传播速度的变化。波速或速度梯度有明显变化的深度称为不连续面或分界面，介于界面之间的则是界面间层。

按照成分分层，地球内部有两个一级界面，即莫霍面和古登堡面，它们将地球分成三大圈层，即地壳、地幔和地核。布伦（1955）作了进一步划分，分为七层，即地壳（A）、上地幔（B）、过渡带（C）、下地幔（D）、外核（E）、过渡层（F）、内核（G）（表21）。

地球内部的力学或流变性质的划分通常与成分界面不相当。根据强度及变形反应方式可分为岩石圈、软流圈、中间圈和地核（图2-1）。

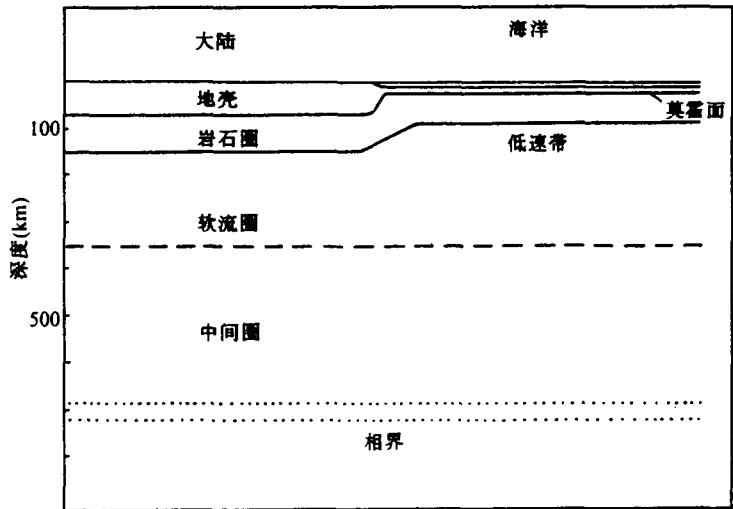


图2-1 地球成分和力学分界面示意图（据 Bally, 1992）

#### （一）岩石圈

又叫构造圈，是地球的刚性外壳，包括地壳和上地幔的刚性顶盖，厚20~150km。大陆区110~150km，大洋盆地70~80km，洋脊、岛弧区为20~50km。

大陆岩石圈自上而下可分为四个层圈：

##### 1. 上地壳

由盖层和结晶基岩层两部分组成。

盖层厚度变化很大，由0~10余km。其中软弱层构成滑脱面，沿滑脱面常形成重力滑动构造、伸展构造、褶皱和逆冲推覆构造。这些没有结晶基底卷入的盖层滑脱型构造常称为薄皮构造。盖层纵波速度在2.0~5.5km/s。

上地壳结晶基岩层由花岗岩、花岗闪长岩和深变质的花岗片麻岩、片岩等中酸性岩石所组成。由于埋藏浅、温压低，以脆性变形为主。这些有结晶基岩卷入的上地壳构造，常称为厚皮构造。纵波速度一般为5.7~6.3km/s。

表 2-1 地球内部圈层和物理数据

名称	圈层		地震波速度, km/s		弹性, $10^7 \text{ N/cm}^2$		密度 $\text{g/cm}^3$	重力加速度 $\text{cm/s}^2$	压力 $10^6 \text{ atm}$	温度 $^\circ\text{C}$	附注
	代号	深度(m)	纵波	横波	体变模量	切变模量					
地壳	A	0	5.6	3.4	0.44	0.26	2.6	981	0.00	14	岩石圈
		10	6.0	3.6	0.51	0.3	2.7	983	0.003	180~300	
	B	33	6.6	3.8	0.68	0.4	2.9	984	0.01	400~1000	
		60	7.6	4.2	0.7	0.5	3.0	984.7	0.019	500~1100	
	C	100	8.0	4.4	1.17	0.63	3.32	986	0.031	700~1300	
		150	8.2	4.6	1.2	0.68	3.34	987.5	0.049	800~1400	
	D	250	7.7	4.0	1.36	0.64	3.5	989	0.068	1000~1600	
		400	8.2	4.55	1.46	0.7	3.6	994	0.14	1200~2000	
	E	650	9.0	4.98	1.87	0.92	3.85	995	0.218	1300~2250	
		1000	10.2	5.65	2.58	1.32	4.1	994	0.4	1850~3000	
地幔	F	2000	11.43	6.35	3.53	1.87	4.6	986	0.87	2500~3900	物质不均匀
		2752	12.8	6.92	5.11	2.48	5.1	1050	1.34	2800~4300	
	G	2898	13.63	7.31	6.5	3.0	5.6	1030	1.50	2850~4400	
		3500	13.32	7.11	6.45	2.36	5.7	880	1.93	3700~4700	
	H	4640	8.1	0.0	6.3	0.0	9.7	610	2.98	4500~5500	
		4900	8.9	0.0	8.2	0.0	10.4	500	3.2	4700~5700	
	I	5155	10.4	2.07	12.2	0.51	12.0	430	3.32	4720~5720	
		5500	10.4	1.24	12.2	0.2	12.5	300	3.5	4900~5900	
	J	6371	11.0	3.6	13.4	2.08	12.7	0	3.7	5000~6000	
		6371	11.2	3.7	14.0	1.7	12.9				
内核	K	6371	11.3	3.7	14.1	1.3	13.0				



## 2. 中地壳

中地壳与上地壳成分相似，其平均成分接近花岗闪长岩，但物态不同，为一塑性层。从渤海湾盆地深部地震资料可知，中地壳夹有三段低速层，中地壳可能是由多个软硬相间层所组成，易产生塑性流动、顺层拆离（图 2-2）。上地壳的伸展作用、逆冲作用常受中地壳拆离面的控制。中地壳厚约 8~20km，横向分布很不均匀，埋深一般为 10~15km。由于埋藏深、温压较高、放射性元素最集中，而具有塑性性质。中地壳是上、下部地壳的过渡层，而不是一个简单的速度界面。

## 3. 下地壳

一般厚 10~15km。上部组分偏中性，波速为 6.2~6.7km/s。下部含有较多的基性、超基性成分，为角闪岩相—麻粒岩相高温高压变质相。由上向下，偏脆性变形渐变为偏塑性变形。其下部与莫霍面一起也构成一个重要的拆离或调节带，控制着地壳构造的发育。

莫霍面实际上也是一个过渡层，由镁铁质麻粒岩和超镁铁质岩所组成，厚约 1~5km，由高低速薄层组构成。纵波速度通过莫霍面由 7.6km/s 突增至 8.1km/s。然而，在裂谷区纵波速度为低速，仅 7.0~7.8km/s，这是由裂谷带之下有一高温、低密度、低速的异常地幔或地幔垫（枕）塑性物质所致。

## 4. 上地幔的刚性层

由橄榄岩、辉岩和榴辉岩等组成，厚度从 30~150km，纵波速度为 8.1~8.5km/s。由于以高熔点的橄榄石为主，故形成密度大、强度高的刚性层。板块构造认为岩石圈驮在下伏的软流圈上滑移。

### (二) 软流圈

在岩石圈以下的弱流变区，下界难确定，有不同划法。一般认为不超过  $350 \pm 30$ km 深度。软流层顶部有厚约 100km 的地震低速带，其特征是纵波和横波速度均明显降低，横波速度的降低大于纵波速度降低，这通常解释为在低速带中有部分（小于 3%）的熔融。软流圈及其有关低速带的存在是板块构造理论的基础。低速带的形成被认为是上地幔的部分熔融，这主要取决于地球内部地温梯度。图 2-3 表示地温梯度与地幔物质固相熔融温度、绝热

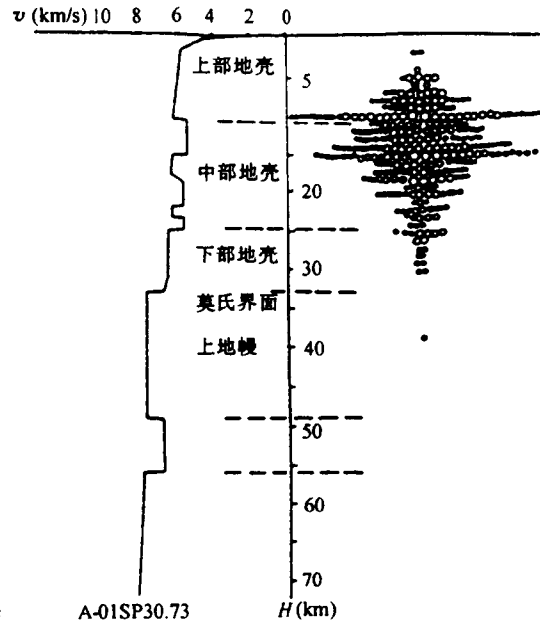


图 2-2 京、津、唐地区的地壳—上地幔速度结构及其震源分布示意剖面（据孙武城，1988）

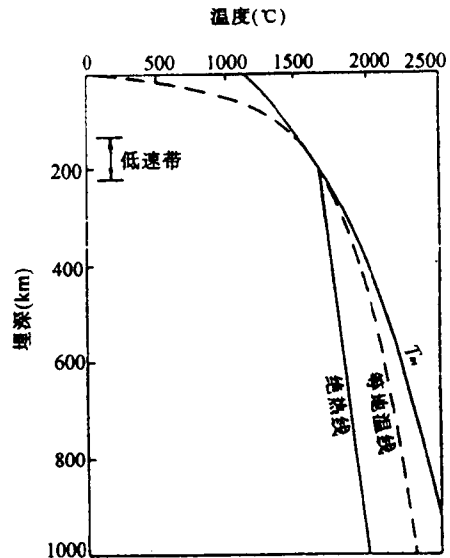


图 2-3 示地温梯度和地幔物质固相熔融温度曲线的关系（据 Belly, 1992）