

· 中国海洋地质丛书之四 ·



海洋科技著作出版基金

海洋科技著作出版基金资助出版

TECTONIC GEOLOGY IN CHINA SEAS

张训华 等 编著

中国海域 构造地质学



海洋出版社

图书在版编目(CIP)数据

中国海域构造地质学/张训华等编著. —北京:海洋出版社,2008.6

ISBN 978-7-5027-7010-5

I. 中… II. 张… III. 海洋地质学:构造地质学-中国 IV. P736.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 046484 号

丛书策划:刘守全 盖广生 姜玉池

责任编辑:方 菁

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路8号)

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2008年6月第1版 2008年6月北京第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:27 彩色插页:8面

字数:630千字 定价:90.00元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

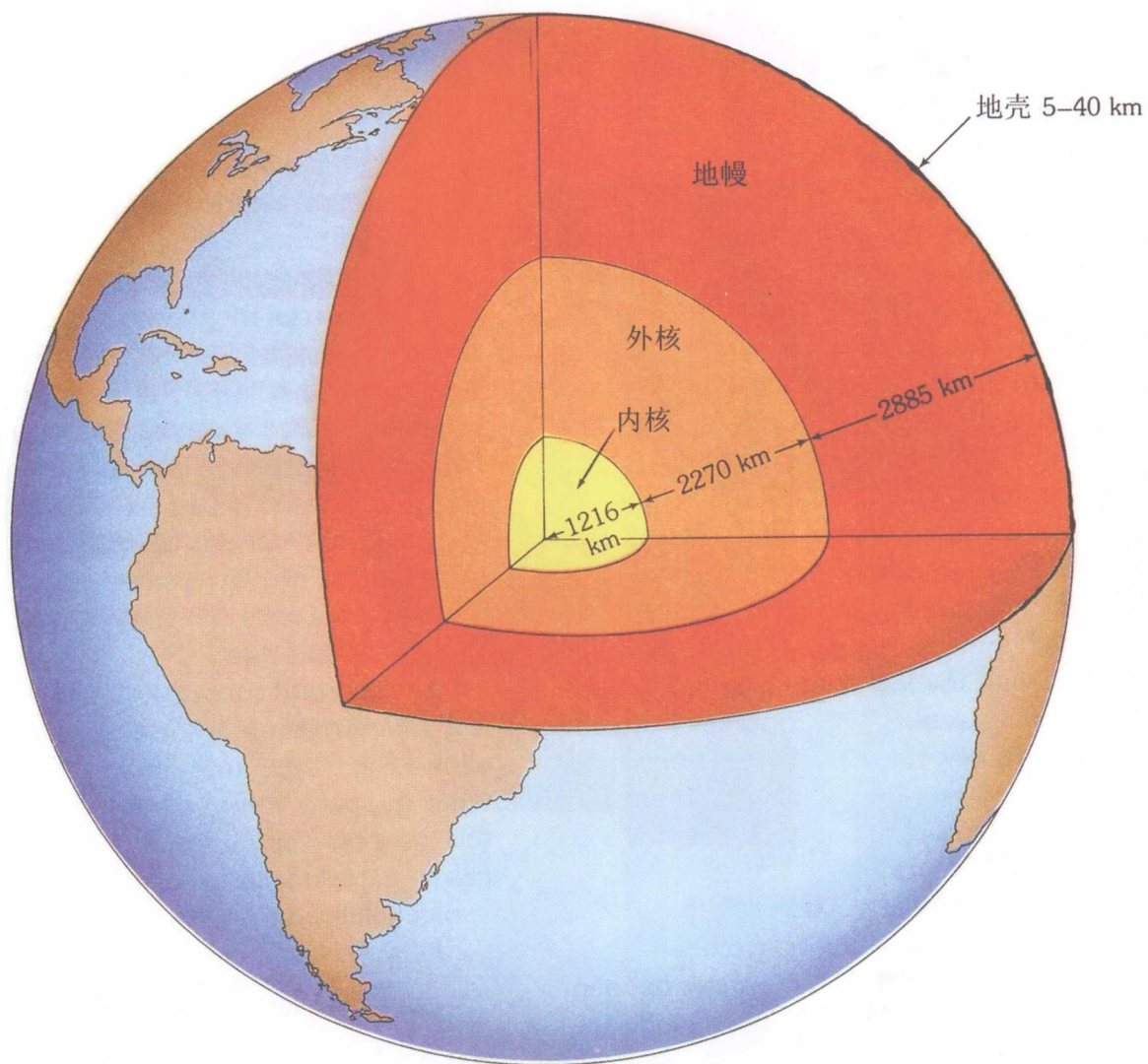
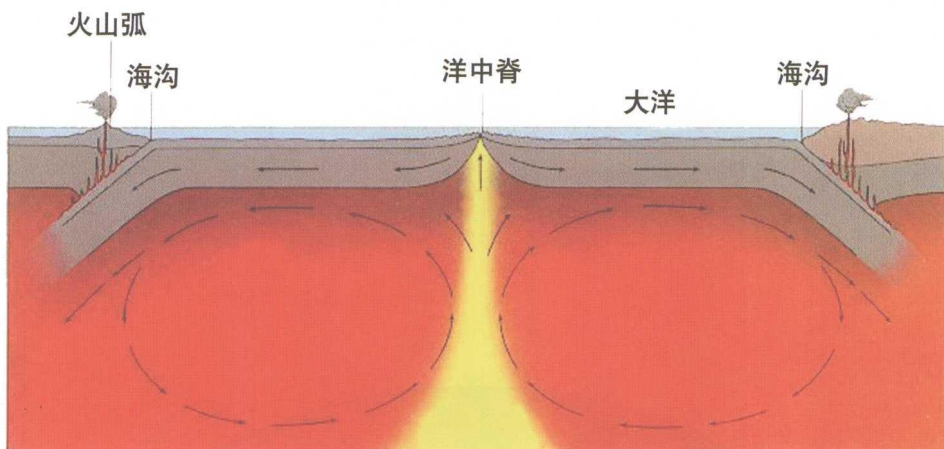
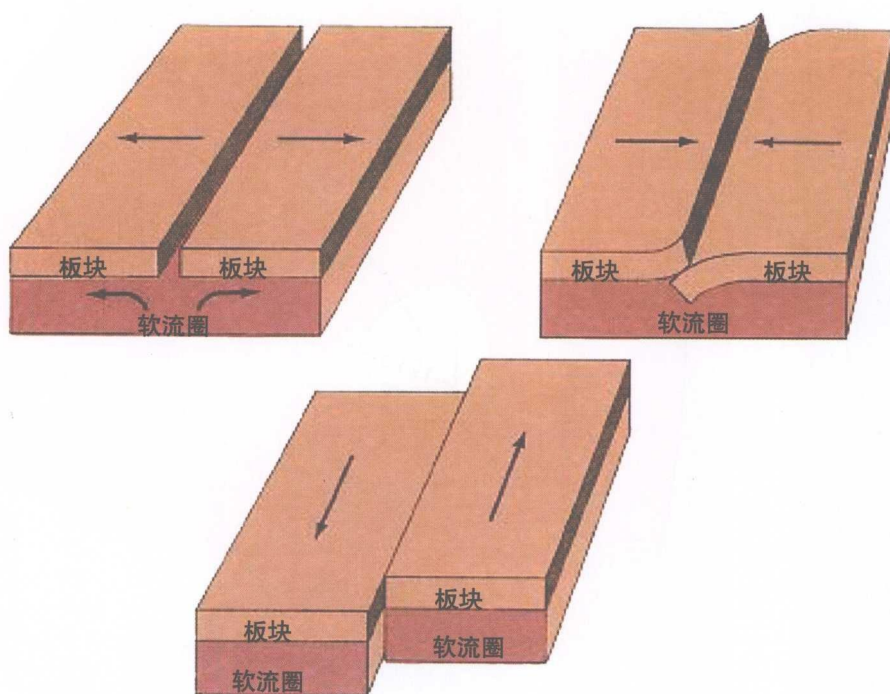


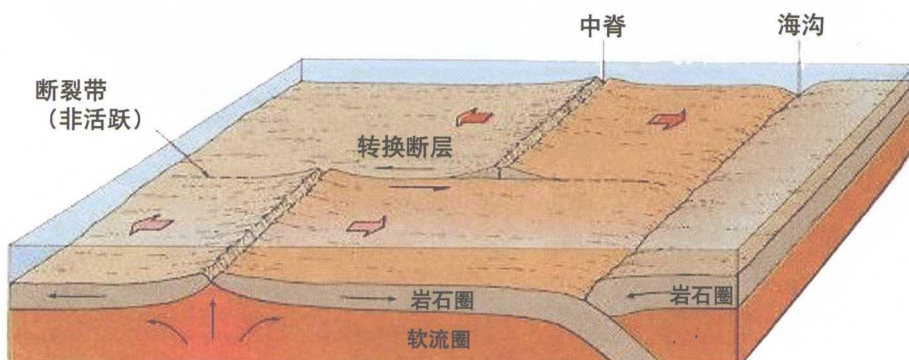
图1 地球内部结构(Bell & Howell Company, 1984)



A

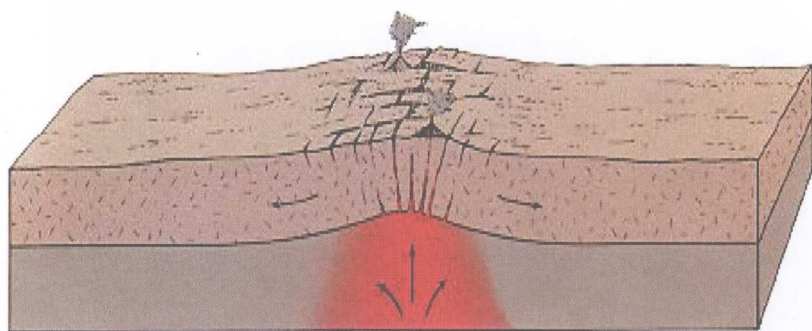


B

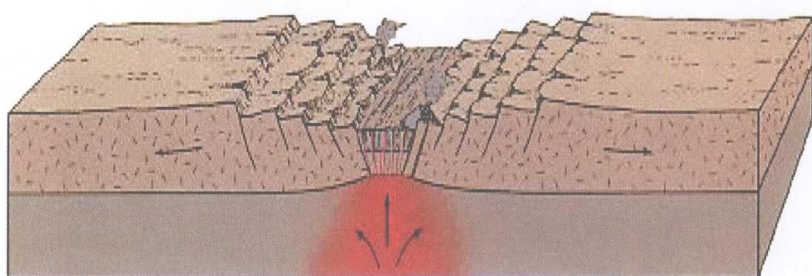


C

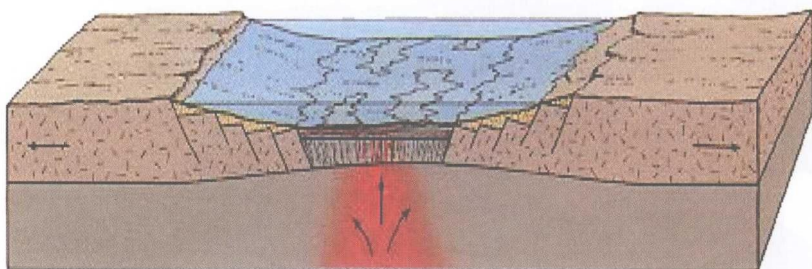
图2 几种模式：A、海底扩张；B、板块边界；C、中脊、转换断层与海沟
(Bell & Howell Company, 1984)



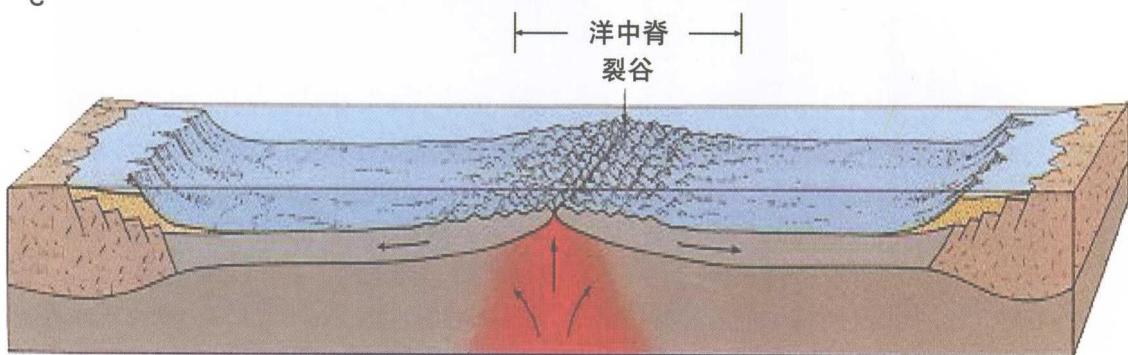
A



B

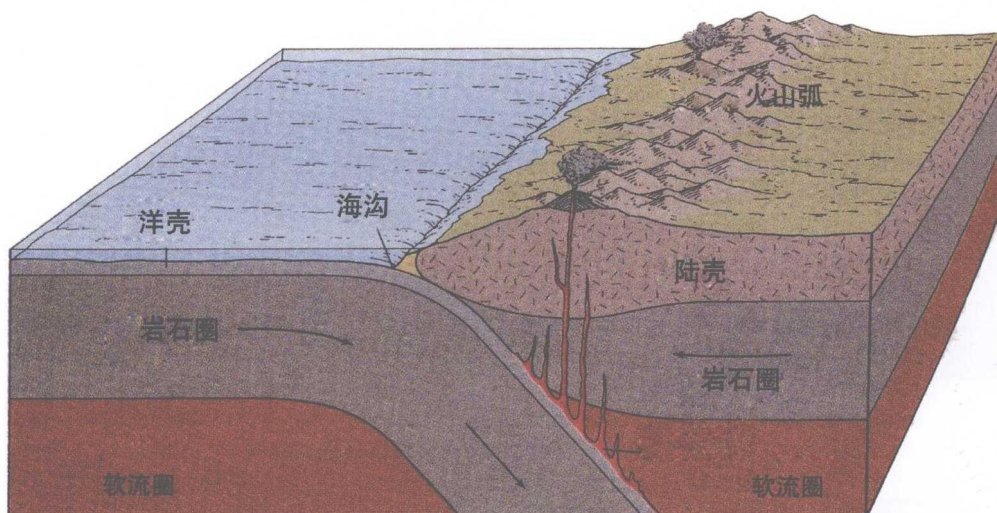


C

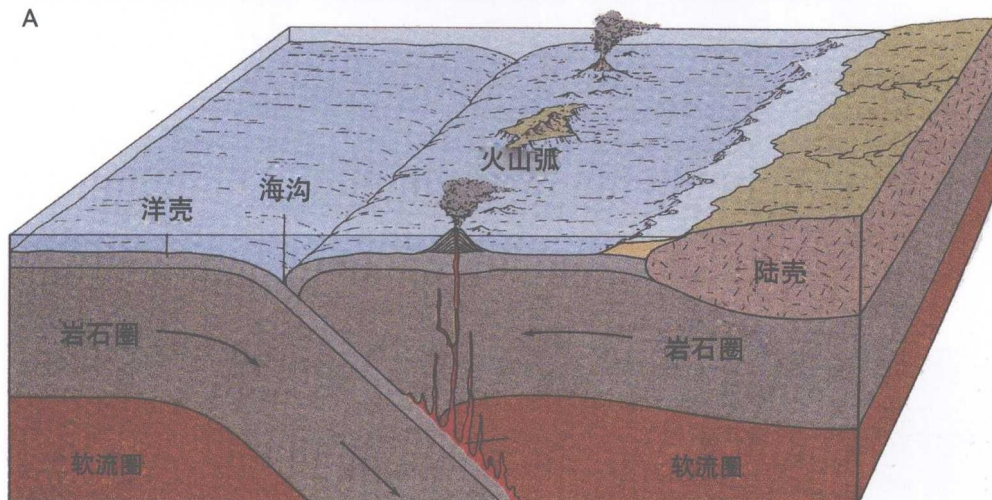


D

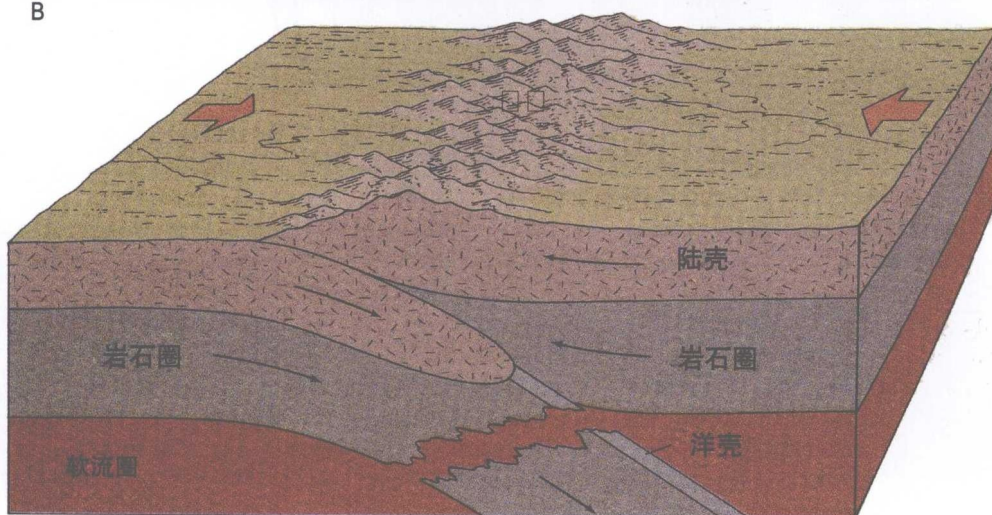
图3 海盆与中脊的形成过程（板块的增长）A→B→C→D
(Bell & Howell Company, 1984)



A

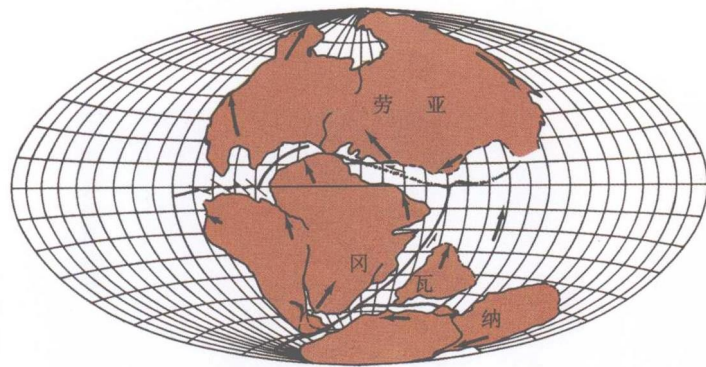


B

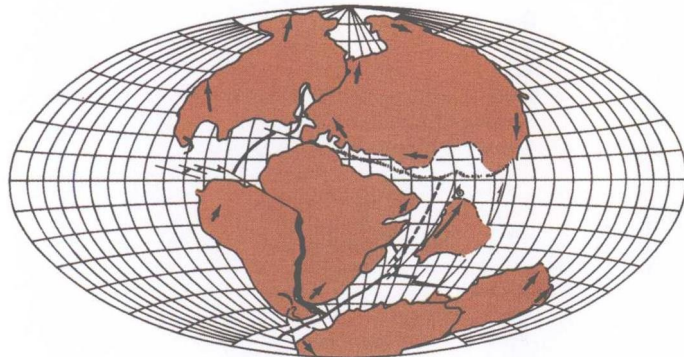


C

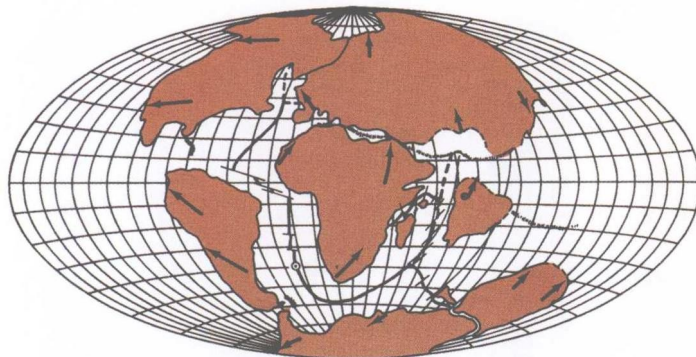
图4 板块的消减 (ABC三种类型) (Bell & Howell Company, 1984)



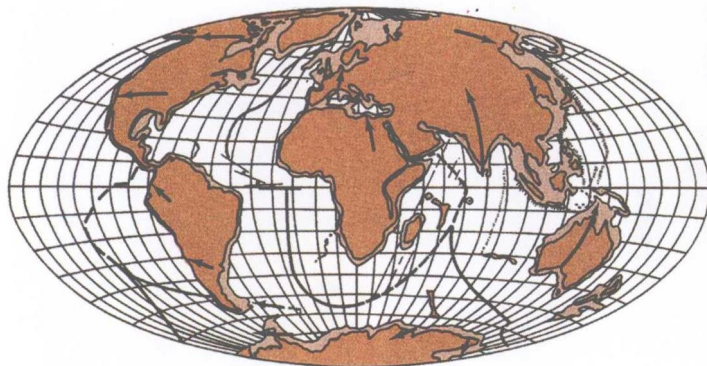
180Ma前(三叠纪)



135Ma前(侏罗纪)



65Ma前(白垩纪)



现在

图5 过去200Ma来联合古陆的分裂和漂移运动 (据R.S.Dietzand J.C.Holden, 1970)

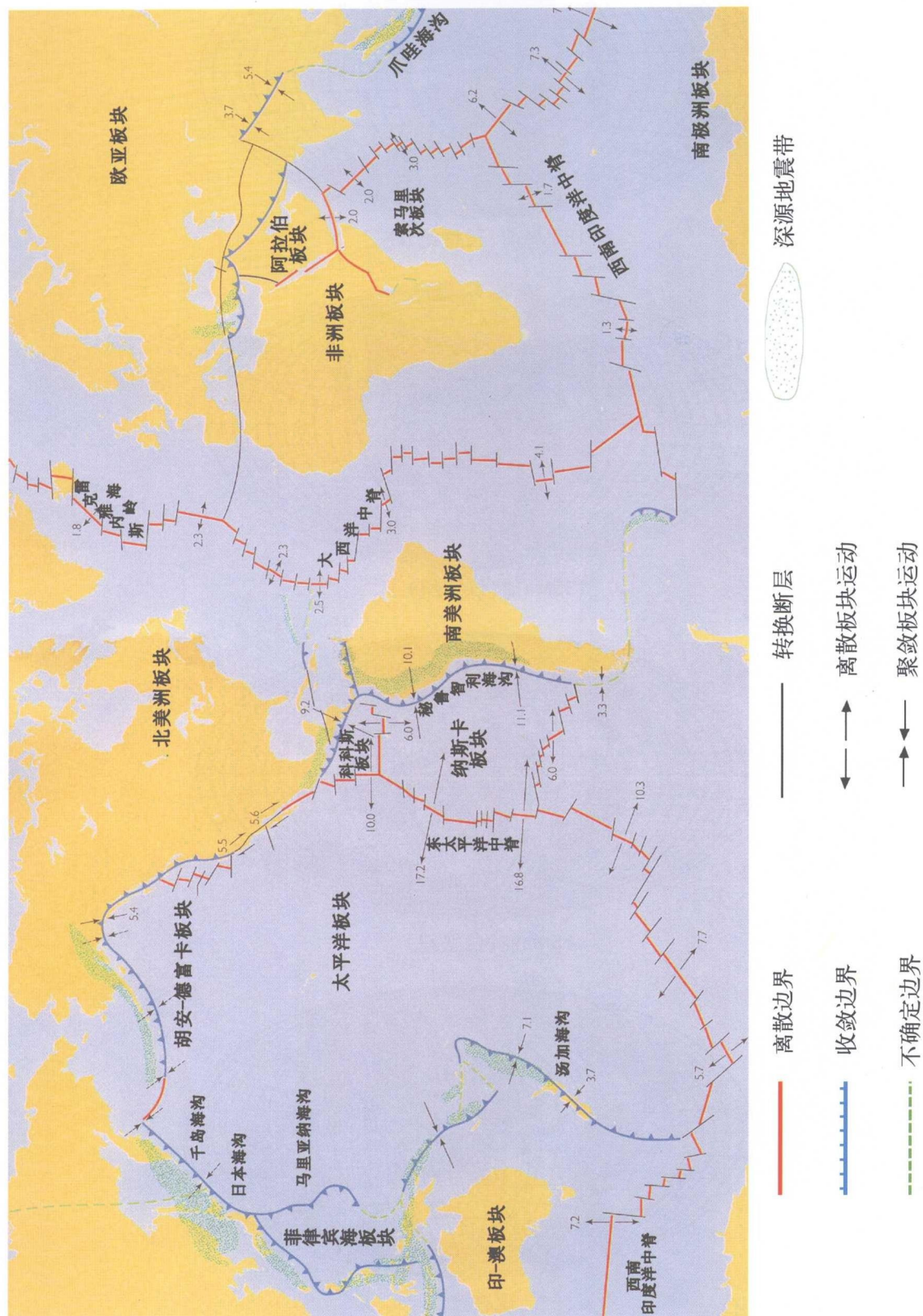


图6 当今板块及其展布 (Scientific American, Inc., 1983)



图7 中国大陆宏观构造格架示意图
(刘光鼎, 2007)

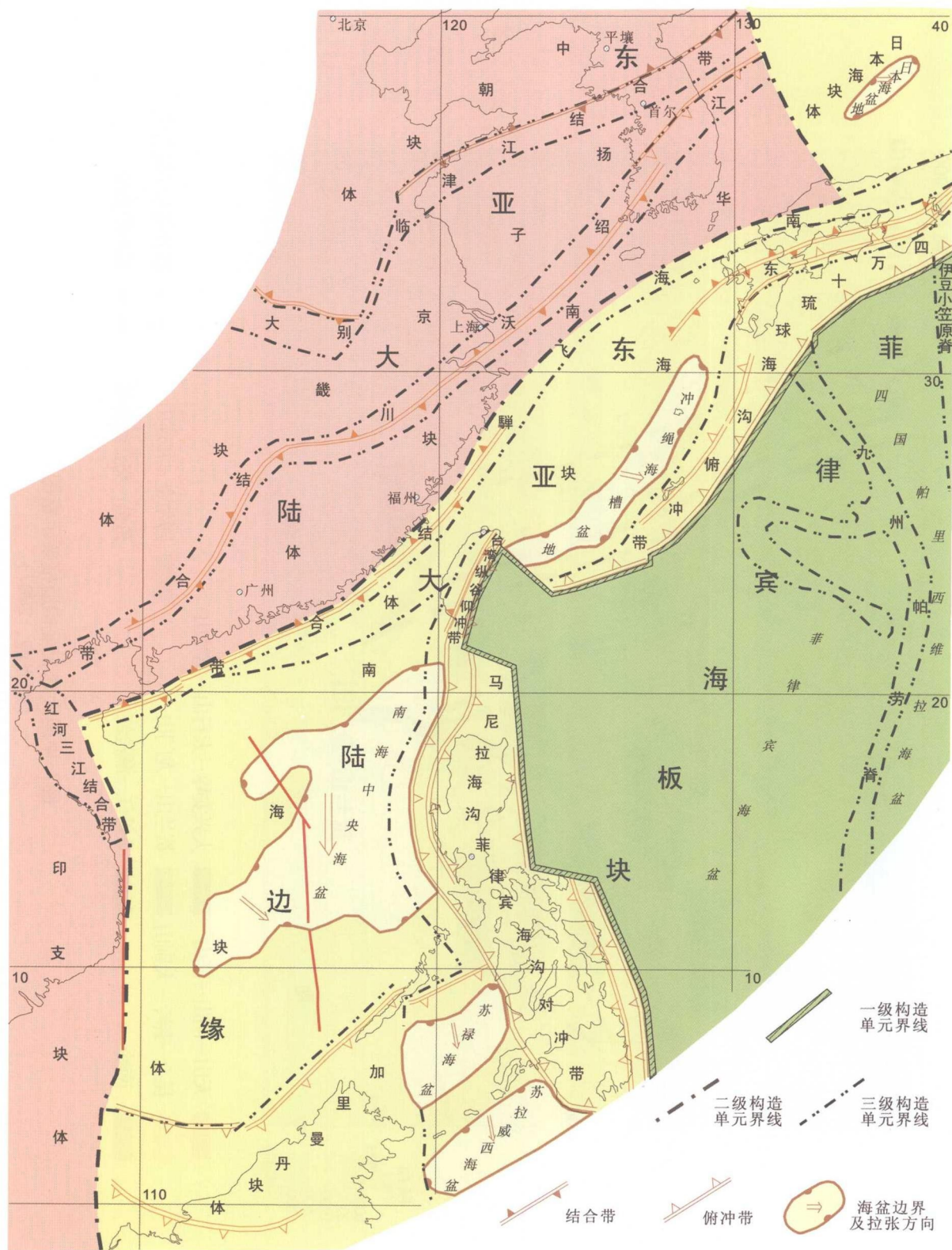


图8 中国海区及邻域构造分区

序

中国有 960 多万平方千米的陆地和约 300 万平方千米的管辖海域。总结在中国境内地质与地球物理调查研究的结果,可以认为中国大陆构造格架宏观特征为“三横、两竖、两个三角”。三横指的是天山-阴山-燕山、昆仑-秦岭-大别、南岭,是不同块体的结合带;两竖指的是贺兰山-龙门山和大兴安岭-太行山-雪峰山,是巨大重力异常梯级带;两个三角则指的是柴达木-祁连山和松潘-甘孜。在“三横、两竖、两个三角”的结合带上,是构造活动、岩浆作用活跃的地段,应有各种金属矿床赋存;在“三横、两竖、两个三角”的结合带之间,是沉积盆地分布的地区,从而也是油气与沉积矿床的主要研究目标。应该指出,中国大陆构造格架的动力学演化可归纳为“跷跷板”过程,即古生代末,中国西部特提斯洋退出之前,地势低,而东部却地势高,有些地层受剥蚀而缺失;中生代期间,地壳遭受构造运动的强烈挤压、抬升,地壳厚度增大,地势增高,特提斯域演化形成青藏高原;随后,滨太平洋域受到 S-N 向拉张,地壳减薄,地势降低。而中国海夹持于太平洋板块、印度洋板块和欧亚板块之间,它的形成演化是这三大板块相互运动的结果。渤海、黄海属内陆海,而东海的冲绳海槽和南海则属于边缘海,随着印支运动($T_2 - T_3$)揭开阿尔卑斯构造旋回,地壳演化进入新全球构造发展阶段,而中国海雏形的最终形成则是在早第三纪晚期。总之,中国海陆地壳盖层特征和大地构造演化可归纳为:“一个分界,两条锋线,三次变格,四条转换断层,五幕演化史”。具体讲:

(1) 一个分界:即以印支期为界。印支期以前为古全球构造阶段,前寒武纪期间在特提斯洋中有多个陆核,它们发展壮大,形成相对稳定的克拉通,块体之间直到古生代末才拼合成古中国大陆,当时还没有青藏高原,而块体的拼合,属板块体制。

(2) 两条锋线:中生代期间,羌塘、冈底斯、印度先后从南大陆北上,使特提斯作“手风琴式”的启闭,形成特提斯域的锋线;随后,新生代期间太平洋板块改变扩张方向,形成菲律宾海板块并向欧亚大陆聚敛,甚至俯冲,出现沟-弧-盆系,板内拉张、地壳减薄,形成滨太平洋域的锋线。

(3) 三次变格:自南大陆北上的羌塘与塔里木碰撞,缝合线为澜沧江-金沙江,时代为 $T_3 - J_1$;之后,冈底斯又自南大陆北上与羌塘碰撞,缝合线为怒江-班公湖,时代为 $J_3 - K_1$;随后,印度又经南大陆北上与冈底斯碰撞,缝合线为雅鲁

藏布江,时代为 $K_2 - E_3^2$ 。这三次变格波及面广,使中国大陆受到严重的挤压、改造。

(4) 四条转换断层:中生代侏罗纪时期,太平洋板块在四条南北向转换断层之间发育成长,进入新生代始新世时,转换断层扩张方向转变为 NW - SE,形成马里亚纳海沟 - 岛弧 - 弧后盆地,圈出菲律宾海板块,在欧亚板块与菲律宾海板块之间,发生板缘聚敛,板内拉张,地壳减薄,形成滨太平洋域并有一系列断陷盆地在中国大陆东部及中国海出现,如表所示。

中国海陆地壳的发展演化

地壳发展阶段		地质时代	备注
阶段	时期		
新全球构造 (板块体制)	俯冲,沉降	$E_3^2 - Q$	
	拉张,聚敛	$K_2 - E_3^2$	
	挤压,改造	$T_3 - K_1$	
中间阶段		$P - T_2$	同序时差
古全球构造 (槽台体制)	稳化	$D - C$	
		$Pt_3 - S$	
	成台过渡	$Pt_3 - O$	
		陆核形成	
		Ar	

(5) 五幕演化史:综上所述,地壳岩石层在其发展过程中经历了陆核形成、古全球构造、中间过渡和新全球构造等阶段。在前两个阶段中,不同块体形成的时代不同,进而是有“同序时差”的表现。

①陆核形成:作为中国大陆雏形的陆核分别出现于太古代(Ar)(华北),元古代(Pt)(扬子、南华、塔里木等)。它们经过成台过程,并逐渐稳化;

②古生代拼接:自元古代末(Pt_3)到古生代(Pz)期间,上述地块经过多次聚敛与离散,最终在印支运动拼合成古中国大陆,当时青藏高原尚未出现;

③中生代($T_3 - K_1$)挤压、改造。印支运动揭开阿尔卑斯构造旋回,地壳演化进入新全球构造发展阶段,即板块体制。西部特提斯域经过羌塘、冈底斯和印度的三次变格,形成中国大地构造的西部锋线。中国东南大陆边缘也有三条缝合带:海南 - 飞驒($T_3 - J_1$)、玉里 - 领家($J_3 - K_1$)、东京 - 马尼拉($K_2 - E_1$),形成中国大地构造东部锋线;

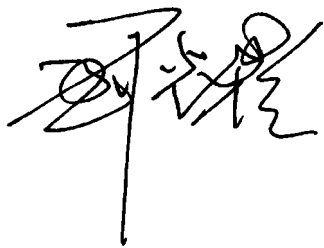
④晚白垩世 - 中渐新世($K^2 - E_3^2$),太平洋板块向欧亚板块聚敛,板内拉张,地壳减薄,在滨太平洋域内形成一系列箕状拗陷,并有陆相沉积物充填;

⑤中渐新世 - 第四纪($E_3^2 - Q$), 洋壳向欧亚板块俯冲, 形成西太平洋沟 - 弧 - 盆体系, 陆内沉降, 出现现今中国海陆大地构造的基本面貌。

我国自 20 世纪 50 年代末开始进行海洋地质地球物理调查, 在获得大量资料的同时, 对海陆宏观构造特征、构造演化和盆地形成取得上述的基本认识。一方面, 无论地球物理场, 还是地质构造, 都尚需开展更详细的研究; 另一方面, 中国海域构造地质特征, 尤其是深部构造地质特征和构造演化研究程度还很低。在这种情况下, 张训华等十余位研究人员, 根据近期的最新研究成果, 历经五年编写了《中国海域构造地质学》专著。该书从海洋构造地质学的发展, 中国海所处大地构造背景、地球物理场、地层、断裂、岩浆岩、沉积盆地、构造区划和形成演化等方面对中国海域构造地质问题的研究成果进行了总结, 做了探讨, 并取得一些新认识, 也有若干新见解。这对于中国海及其邻域构造地质学的研究具有重要意义, 有益于中国海洋地质、地球物理和构造地质等方面的研究。

该书注重了地质构造学基本概念的阐述, 特别是各章节问题的叙述都有新近实际调查研究的资料和数据。这对高校地质、地球物理专业的学生和从事海洋地质调查研究、石油勘探的专业科技人员是一部很好的参考书。我祝贺她的面世, 并写下这篇文章, 权以为序。

中国科学院院士



2007 年 12 月 5 日

前 言

构造地质学是以地球的上部圈层,即岩石圈层为研究对象,研究岩石圈内地质体的形成、形态和变形等构造作用的成因机制及其相互影响、时空分布和演化规律的地质学分支学科。构造作用或构造运动常常是其他地质作用的起始或触发的主要因素。因此,构造地质学说通常也就成为地质学的基本学说。

海洋构造地质学是构造地质学在海域的应用,不同的是研究对象是限于海水覆盖下的海底部分。由于海水和第四纪沉积地层的存在,陆壳与洋壳结构上的差异、组成与形成演化历史的不同,使得海洋构造地质学的研究内容、手段和方法具有自身的显著特点。海洋构造地质学的研究内容主要包括海水覆盖下的地壳及岩石圈内部结构、构造及其发生、发展和演化的过程。是研究海底地形、地貌、沉积、灾害、古海洋和寻找海底矿产资源的基础,不仅对于研究地球的形成和演化,对于地学理论的丰富和发展具有重要的理论意义;而且对维护海洋权益,促进社会经济持续发展,保障国家安全具有重要的实际意义和战略意义。

本书是由青岛海洋地质研究所工作在地质调查和科研工作一线的中青年科技工作者共同编写。主要从海洋构造地质学的发展和基本概念出发,结合近年来获得的最新调查资料与研究成果,论述了中国海的地质构造背景、地球物理场与地层特征、断裂与岩浆活动、沉积盆地,探讨了中国海构造区划和构造演化。全书共分九篇,第一篇由张训华、孟祥君执笔,主要内容包括构造地质学研究对象与基本内容、发展历史与研究方法,以及我国海洋地质工作及中国海构造地质研究现状和海洋构造地质学发展趋势等;第二篇由许红执笔,主要内容包括板块构造学说基本理论,中生代以来欧亚、印澳、太平洋三大板块的相对运动和中国海地质构造特点,以及板块构造理论发展现状与问题等;第三篇由吴志强、孟祥君执笔,主要内容包括地球物理场概论和中国海重力场、磁力场、地震波场与地热场等;第四篇由丁东、蓝先洪执笔,主要内容包括中国海域的地层概述、地层分述和地层的对比研究等;第五篇由蔡峰、肖国林执笔,主要内容包括断裂的概念与分级、中国海断裂体系特征及其相互作用与影响等;第六篇由何拥军执笔,主要内容包括岩浆岩的概念与类型、中国海岩浆岩组成与分布特征,以及中国海岩浆活动及其特点等;第七篇由温珍河执笔,主要内容包括沉积盆地的基本概念与类型划分,中国海主要沉积盆地各论、热演化体制和油气潜力等;第八篇由尹延鸿、张训华执笔,主要内容包括中国海构造单元划分的依

据和方法,中国海构造单元划分和主要构造单元特征等;第九篇由张训华、尹延鸿执笔,主要包括地质观察与地质理论、中国陆海主要构造运动、中国海大地构造演化、中国海各海区的形成演化和总结与讨论等五部分内容;全书由张训华、韩波统稿。

在书稿送交出版之前,编写过程历经编写提纲讨论、分篇编写、统稿和专家审稿等多个阶段,之后又经出版社的审查和编写组的反复修改,历时近5年。本书的出版,是上述作者和《中国海洋地质丛书》编委会共同努力的结果,是集体智慧的结晶。虽然本书的编写时间较长,但限于作者水平和掌握资料有限,加之思想方法的不同,书中难免存在不妥和谬误之处,恳请读者不吝批评指正。

我国著名海洋地质与地球物理、构造地质与油气地质学家,中国科学院院士刘光鼎,对本书给予了肯定,并在百忙之中作序推荐出版。中国海洋大学李桂群教授担任了书稿主审,对本书写作给予许多指导和鼓励。何起祥、蔡乾忠、刘守全、莫杰教授等,对本书写作提出过许多宝贵意见。丛书编委会对本书写作给予了有力指导和协调。在书稿即将付梓之际,谨向他们致以诚挚的谢意!

这里还要特别感谢我的老师刘光鼎院士。我是在他的培养和悉心指导下,从重力到重、磁、震联合解释,又从重、磁、震联合解释到综合地球物理,再从综合地球物理到综合地质地球物理。他提出的“一种指导,两个环节,三项结合,多次反馈”的综合地质地球物理方法论和中国海陆大地构造的“板块学说”深深影响着我。没有这一学习与实践的过程,我是难以完成本书稿的组织编写工作的。另外,还要特别感谢何起祥教授,我是在他的推荐下走上组织编写本书之路的。本书的编写过程也是我学习的过程,在历时5年的编写过程中,除了从参与本书编写的同事和上述提到的各位老师那里获得很多知识外,也从参与《中国海域地质地球物理系列图》编制的郭振轩研究员、雷受旻研究员、刘锡清研究员、丛鸿文副研究员等人处获得许多指导。在此一并向他们表示感谢。



2007年12月5日

目 次

第一篇 总 论

1 构造地质学研究对象与基本内容	(1)
2 构造地质学发展历史与研究方法	(2)
3 我国海洋地质工作及中国海构造地质研究现状	(6)
4 海洋构造地质学的发展趋势	(7)
参考文献	(8)

第二篇 中国近海构造地质背景

1 概论:板块构造学说基本理论	(9)
1.1 大陆漂移假说	(9)
1.2 海底扩张假说及其三大理论支柱	(12)
1.2.1 海底扩张假说理论支柱之一——海底磁异常条带	(14)
1.2.2 海底扩张假说理论支柱之二——来自深海钻探的成果	(16)
1.2.3 海底扩张假说理论支柱之三——转换断层	(18)
1.3 板块构造学说	(18)
1.3.1 伴随洋壳新生和海底扩张的分离扩张型板块边界	(22)
1.3.2 伴随洋壳消亡或大陆碰撞的俯冲汇聚型板块边界	(22)
1.3.3 转换断层型板块边界	(23)
2 中生代以来欧亚、印澳、太平洋三大板块的相对运动	(25)
2.1 印度洋板块扩张与印度-澳大利亚板块的活动	(25)
2.1.1 深海钻探计划的数据	(25)
2.1.2 印度-澳大利亚板块的活动	(27)
2.2 太平洋-库拉-菲律宾海板块及其活动	(28)
2.2.1 太平洋板块及其形成演化	(28)
2.2.2 菲律宾海板块及其形成演化	(29)
2.3 板块构造理论扩展——前中生代陆核与大陆增生作用研究	(32)
2.4 西太平洋边缘海与沟-弧-盆体系	(33)
2.4.1 海沟	(33)
2.4.2 边缘海盆地地质构造特征	(41)
2.4.3 边缘海盆地成因演化研究与盆地类型	(43)

3 中国海地质构造特点	(45)
3.1 中国黄海陆架海	(46)
3.2 中国东海边缘海与典型沟-弧-盆体系	(50)
3.2.1 调查研究	(50)
3.2.2 东海典型沟-弧-盆体系	(52)
3.2.3 东海三维地震层析成像剖面	(61)
3.3 台湾近海及其典型弧-陆碰撞系统	(61)
3.3.1 相关研究历史	(63)
3.3.2 台湾形成演化	(65)
3.3.3 台湾以东海域构造演化	(66)
3.4 南海大西洋型小洋盆	(67)
3.4.1 南海小洋盆与磁异常条带	(68)
3.4.2 南海海岭	(71)
3.4.3 南海大陆边缘	(71)
4 板块构造理论发展现状与问题	(72)
参考文献	(76)

第三篇 中国海域地球物理场

1 地球物理场概论	(78)
1.1 地球物理场概念、原理和方法	(78)
1.2 地球物理场研究的对象和内容	(78)
1.3 地球物理场在海洋地质构造研究中的应用	(79)
2 中国海重力场	(80)
2.1 重力场概述	(80)
2.2 重力场分区特征	(82)
2.2.1 渤海、黄海、东海及邻区重力场特征	(82)
2.2.2 南海及邻区重力场特征	(90)
2.3 重力场地质解释	(93)
2.3.1 重力异常的宏观地质特征	(93)
2.3.2 重力异常的分区地质特征	(96)
3 中国近海磁力场	(104)
3.1 磁力场概述	(104)
3.2 磁力场分区特征	(104)
3.2.1 渤海磁力异常特征	(104)
3.2.2 黄海磁力异常特征	(106)
3.2.3 东海磁力异常特征	(107)
3.2.4 台湾东部海域磁力异常特征	(109)