

地球构造与动力学

马宗晋 杜品仁 洪汉净 编著



地球构造与动力学

马宗晋 杜品仁 洪汉净 编著



广东科技出版社

内 容 提 要

本书依据新的探测资料和研究成果,综述了地球的圈层结构、板块构造学和地幔柱构造学;作者将全球现今还在活动的构造划分为环太平洋、大洋脊和北大陆三大构造系统,分别论述了它们的运动学和动力学特征;并从大陆构造运动的动力学、地幔动力学、核-幔边界和地核动力学、天文地球动力学及天文因素对地球构造运动的影响等方面,介绍了地球动力学的基本理论、研究方法和最新进展。本书内容丰富,有许多地球构造和动力学的基础资料和新的观点,涉及地球科学许多热点、难点问题,可供地质学、地球物理学、地球动力学、大地测量学和天文学等领域的广大科技人员及大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

地球构造与动力学/马宗晋等编著. —广州:广东
科技出版社, 2003.10

ISBN 7-5359-3294-0

I. 地… II. 马… III. 地球动力学 IV. P541

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 013568 号

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http://www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团

印 刷: 广东邮电南方彩色印务有限公司

(广州天河开发区工业园建工路 17 号 邮码: 510630)

规 格: 787mm×1092mm 1/16 印张 36.75 字数 900 千

版 次: 2003 年 10 月第 1 版

2003 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1~1 000 册

定 价: 90.00 元

地图图形审核批准号 (2003) 206 号

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

序

《地球构造与动力学》一书是涵盖了当前固体地球科学中广泛的分支学科内容,包括了行星地球整体以及地外空间背景和影响的一部综合性论著。其主要特色和优点是:

1. 以当代思维的系统观和“地球系统科学”学科大交叉的认知方法,将固体地球科学中兼具系统性和前缘性的“地球构造学”和“地球动力学”两大内容相互结合,予以联系论述。

2. 作为大学研究生院专业基础教材的扩展和充实,此书具有良好的结构体系,既概括了地球构造与动力学的经典的和主流的观点,又包括了作者长期研究的成果和国内外最新的数据、观点和概念;既回顾了历史,也展望了前景。

3. 具有明确的指导思想和原创性论点,以地球构造的双重非对称性和全球一级构造系的观点贯穿于全书各章;有大量的原始观测数据对有关问题进行诠释。既有全球性的理论意义,又有对能源、防灾等方面的实用价值。

4. 在“概论”一章中突出了“地球的非对称性”,并做了深刻的阐述,也提出了初步的,但较完整的“层块构造热涌的地球自转”模式。在以洋壳为主的构造系各章中,围绕“板条-板舌”概念,广征博引,创见叠出,提出的洋底增生演化、洋中脊地幔熔岩上涌模型,使人耳目一新,同时在各章中也普遍涉及动力学分析。

5. 对于既是重点、热点,也是难点的大陆构造系和大陆动力学研究,作者发挥了地震研究成果的优势。在时空观上,适当强调了“时间维”的重要意义;包括了我国及邻区古板块演变过程和沉积盆地的热动力演变史的分析。在动力学部分的其他各章也包括了地球内部热历史以及行星的热历史的论述。

6. 在地球构造和地球动力学各章都力求体现地球各圈层的相互响应,较好地体现了地球整体论的观点。

7. 有关地外空间的最后两章,分别论述了天文地球动力学的空间技术、中国地壳运动的空间观测,重点分析了地球自转的动力学效应和天文因素对地球构造运动变化的影响。特别是基于地震及其他研究发现的各级韵律周期,将地球

放在宇宙空间中,结合天文因素予以考察,具有探索性和前瞻性,起到开阔眼界的效果。

总的说,此书在一定程度上对 20 世纪 60 年代末板块构造学说建立以来的地球构造与动力学的发展进行了综述和总结,也提出了对地球构造与动力学的创新思维和整体观点,学术上达到了国际水平,将是一部为广大的固体地球科学工作者所需要和欢迎的专著。我竭诚推荐此书。

王鸣珂

2002.6.10

前 言

20世纪60年代产生的板块构造学说开创了对固体地球进行全球性研究的新阶段。至今近半个世纪以来,可以更加明朗地看出板块构造概念对固体地球科学划时代的变革与推进作用。就我们的认识,概要地可归纳出以下三点:

1. 明确地划定了岩石圈作为研究地球表层运动规律性的基本对象,由此跳跃式地把19世纪前半叶地球构造研究的深度仅局限于沉积盖层和变质基底,一下子加深到整个岩石圈,甚而由板块的深俯冲而深入到地下700km。

2. 板块构造的划分及其全球整体协调运动的论证,确定了地球表层(岩石圈)水平运动的基本地位,为地球构造与动力学研究确定了首要的研究方向;同时也使历史上定性的研究全球构造跃进为定量研究,尤其是最近全球空间测地资料所给出的验证,为水平运动活动论进行全球整体性研究的历史宿愿开辟了一条实际的研究途径。

3. 板块构造研究的方法,切实地为推进地质学与地球物理学乃至地球化学的交叉与综合,开创了成功的范例,带动了地球科学研究方法与思维观念的巨大变革。如:地核运动与地磁场变化和核-幔界面的耦合,地磁倒转的成功模拟,核、幔、壳多圈层差速旋转的初步认定;核-幔边界和D"层起伏动态的粗略测定及其与地幔底部热异常和地幔上升流的关系;地幔和岩石圈内部细结构的探测;GPS等空间测地网的布设和对板块运动矢量场的测定等等。总之,近20年来,地球科学得到空前的发展,获得了大量观测数据,涌现了大批研究成果,增进了人类对地球的认识,也提出了更多需要回答和解决的问题。

但是,自板块构造学说开始立论时起,以及随着科学技术的快速发展,特别是探测能力的增强和探测精度的提高,对板块构造学说的立论根基和几何学和运动学的描述方面,以及在板块动力学和地球动力学模型方面,一直存在着种种质疑、反证和改进意见。就我们的认识,几十年来,这些疑点和反证,并未构成对上述三点革新性进展的根本动摇,只是在一些具体的假定、模式、描述和动力学分析等方面作了补充、改进和发展。

例如,板块本身结构的简单定义,刚性和全球体积不变的假定相对于陆海板块层结构、弹塑性和地球非对称性的差异;海底扩张和威尔逊旋回等二维理想化模型相对于洋脊跳位与变格以及主动与被动海陆边缘变换的复杂性;板块内部运动的整体性假定,相对于内部的差异运动与板内转换断层穿切板块边界;板块运动与潜意识的地幔对流,相对于热点、热柱、地幔分层、地球多圈层差速旋转以及热、重、天文等动力的复合等。


上述这些差异或矛盾,对板块学说既是丰富、改进、发展的动力,也可能是从地球表层板块发展为整个固体地球的几何学、运动学和动力学整体研究的前奏。

本着上述认识,我们把 20 多年对相关问题的研究,并编入国际上部分成果,以教学方式,在中国科学院研究生院,从 1994 年开始间隔地进行了 4 次《地球构造与动力学》讲课与讨论,从中吸取了年轻人的思辨和活力。为了便于教学参考,更是为了推进我国固体地球科学走上切实的全球化的道路,突破我国大量研究局限于我国及邻区的现状,为我国地球科学人才和科研工作的跨越式发展作准备,出版此书,贡献我们的微薄之力。

《地球构造与动力学》一书共分 10 章,前 5 章侧重于地球构造,后 5 章侧重于地球动力学。它立足于全球性、统一性的整体观,主要介绍固体地球的地壳、地幔和地核等各圈层的结构构造和有关的动力学问题,也融入了我们对地球构造和动力学的观点、认识和十多年来的有关研究成果。本书第 1,3,4,5,10 章由马宗晋、杜品仁编写;第 2,8,9 章由杜品仁编写;第 6,7 章由洪汉净编写。

在近年来的研究工作和《地球构造与动力学》一书的编写过程中,得到过许多专家学者的帮助和支持,在此一并表示诚挚的感谢,尤其要感谢王子潮、邓乃恭、刘福田、孙付平、朱日祥、张义勋、李光岑、李鄂荣、肖庆辉、郑大伟、徐文耀、钱维宏、高祥林、傅容珊等位先生在本书编写和编辑过程中所给予的支持和帮助,同时感谢赵芹、郑秀珍、刘红鲜女士为本书排版和绘制了部分图件。最后要特别提出,对孙殿卿和王鸿祯两位院士作为我研究生和大学期间的导师的长期培养和对此书的编写过程不断地鼓励和指导,致以终生不忘的感谢。

本书所涉及的学科太多,信息量太大,而我们所掌握的知识 and 资料都很有有限,因而错误和疏漏在所难免,诚请读者批评指正。



2002.6.16

目 录

第一章 地球构造概论	(1)
1.1 地球的圈层结构	(1)
1.1.1 地球的基本圈层	(1)
1.1.2 地球系统是怎样运行的	(4)
1.1.3 固体地球内部结构的观测研究方法	(7)
1.1.4 固体地球的圈层结构	(9)
1.1.5 初步参考地球模型	(10)
1.2 地壳	(17)
1.2.1 地壳的类型和分层	(17)
1.2.2 邢台地震区的地壳结构	(18)
1.2.3 地学断面揭示的地壳结构	(20)
1.2.4 地壳的岩石学分层	(22)
1.2.5 莫霍面的性质	(23)
1.3 地幔	(24)
1.3.1 上地幔物质组成和构造的非均质、非均匀特性	(24)
1.3.2 上地幔软流圈	(29)
1.3.3 上地幔的界面	(30)
1.3.4 下地幔	(32)
1.3.5 D'层	(33)
1.4 核-幔边界和地核	(34)
1.4.1 核-幔边界(CMB)	(34)
1.4.2 地核的组成和性质	(35)
1.4.3 外核的成分和结构	(37)
1.4.4 内核的成分和结构	(37)
1.5 地球的非对称性	(40)
1.5.1 地球的构造系统	(40)
1.5.2 地球的非对称性	(41)
1.5.3 地球非对称性的新证据	(44)
1.5.4 地球非对称性的动力学解释	(48)
1.6 地球构造运动力源的一些学说	(51)
1.6.1 概述	(51)
1.6.2 地球收缩说	(51)
1.6.3 地球膨胀说	(52)
1.6.4 地球脉动说	(53)
1.6.5 地球自转说	(54)
1.6.6 涌流构造(Surge Tectonic)说	(57)

1.6.7 层块构造热涌和地球自转模式	(58)
参考文献	(62)
第二章 板块构造学和地幔柱构造学	(65)
2.1 大陆漂移说	(65)
2.1.1 魏格纳的大陆漂移说	(65)
2.1.2 大陆漂移说的新证据	(66)
2.2 海底扩张说	(69)
2.2.1 大洋底的地壳和上地幔结构	(69)
2.2.2 海底扩张说的提出	(71)
2.2.3 瓦因-马修斯假说	(72)
2.2.4 海底的年龄和扩张速度	(73)
2.2.5 转换断层	(75)
2.3 板块构造学说	(78)
2.3.1 板块构造学说要点	(78)
2.3.2 板块边界类型和板块的划分	(79)
2.3.3 岩石圈板块的运动	(83)
2.3.4 威尔逊旋回	(90)
2.3.5 板块运动机制	(92)
2.4 热点-地幔柱假说	(101)
2.4.1 热点和地幔柱概念的提出	(101)
2.4.2 地幔柱的特征和成因	(102)
2.4.3 地幔柱的地质效应	(107)
2.5 地幔柱构造学	(108)
2.5.1 大地构造和地球动力学新假说	(108)
2.5.2 超地幔柱	(111)
2.5.3 地幔柱构造与板块构造和地核动力作用的关系	(116)
2.5.4 中白垩世的超地幔柱事件	(117)
2.5.5 对威尔逊旋回的解释	(121)
2.5.6 地球整体构造学	(122)
参考文献	(126)
第三章 环太平洋构造系	(131)
3.1 定义和基本特征	(131)
3.1.1 定义	(131)
3.1.2 基本特征	(132)
3.2 板条构造和板舌构造	(137)
3.2.1 板条构造	(137)
3.2.2 板舌的构造要素	(138)
3.2.3 板舌的剖面形态及其相对舌盖的运动	(140)
3.2.4 板舌的非均质性	(141)
3.3 板舌变形的力学分析	(141)
3.3.1 板舌变形的动力	(141)
3.3.2 板舌弹性弯曲的分析	(142)

3.3.3	板舌弹塑性弯曲的分析	(143)
3.3.4	存在无震海岭时板舌变形的分析	(145)
3.4	东南太平洋区段	(147)
3.4.1	概况	(147)
3.4.2	南美的火山和地震	(148)
3.4.3	南美俯冲带显示的板条构造	(151)
3.4.4	中美洲俯冲带	(153)
3.5	东北太平洋区段	(154)
3.5.1	概述	(154)
3.5.2	圣安德烈斯断裂	(156)
3.6	西北太平洋区段	(157)
3.6.1	阿留申弧	(158)
3.6.2	千岛弧	(159)
3.6.3	日本本岛弧	(159)
3.6.4	琉球弧	(161)
3.7	西南太平洋区段	(162)
3.7.1	马利亚纳弧	(163)
3.7.2	菲律宾群岛的南北分割	(164)
3.7.3	班达海板舌的扭曲	(165)
3.7.4	汤加与新赫布里底板舌的对垒	(166)
3.7.5	新西兰的交错板舌	(167)
3.8	沟-弧-盆系动力学	(169)
3.8.1	俯冲带深部构造物理环境及流变模型	(169)
3.8.2	俯冲方式及其可能成因	(173)
3.8.3	弧后盆地形成机制	(176)
	参考文献	(178)
第四章	大洋脊构造系	(181)
4.1	定义和基本特征	(181)
4.1.1	定义	(181)
4.1.2	大洋脊地球物理场特征	(183)
4.1.3	大洋脊地震特征	(186)
4.2	洋脊的几何形态和构造分类	(187)
4.2.1	几何形态	(187)
4.2.2	转换断层及其分类	(187)
4.2.3	海底扩张构造的分类	(190)
4.2.4	洋脊三联点的分类、运动和演化	(192)
4.3	各大洋脊的基本特征	(196)
4.3.1	大西洋洋脊	(196)
4.3.2	太平洋洋脊	(198)
4.3.3	印度洋洋脊	(200)
4.4	洋脊的分段、变格与跳位	(201)
4.4.1	洋脊的分段性	(201)

4.4.2	洋脊的变格与跳位	(205)
4.5	全球洋底增生构造及其演化	(205)
4.5.1	洋底增生区和增生期的划分原则	(206)
4.5.2	洋底增生区(期)的划分结果	(206)
4.5.3	三大洋洋底增生历史概述	(210)
4.5.4	全球洋底增生构造演化整体特征	(213)
4.5.5	结论和讨论	(213)
4.6	洋中脊动力学	(214)
4.6.1	洋中脊脊轴地形的成因	(214)
4.6.2	洋中脊地幔熔岩上涌模型	(215)
4.6.3	脆-塑性转换带深度变化对洋中脊构造的影响	(216)
4.6.4	不对称海底扩张的成因	(217)
4.6.5	洋脊系的定向性、等距性和波动性及其机制	(218)
	参考文献	(220)
第五章	大陆构造系	(223)
5.1	定义	(223)
5.2	基本特征	(224)
5.3	中蒙地震区	(230)
5.3.1	中蒙大陆中轴构造带的含义	(230)
5.3.2	中轴构造带的地震迁移	(232)
5.3.3	中蒙大陆东西两半区的对比	(234)
5.3.4	中轴构造带内的地震构造	(237)
5.3.5	中国大陆的地震分区	(239)
5.3.6	中国大陆的地震层和地震线	(246)
5.3.7	中国大陆地壳的应力状态和形变状态	(248)
5.3.8	中蒙地震区的地震分幕	(254)
5.4	北美地震区	(256)
5.4.1	美国大陆构造的基本特征	(256)
5.4.2	美国大陆的地震构造分区	(258)
5.4.3	美国和中国大陆区地震构造的比较	(262)
5.5	伊阿巴地震区和东地中海地震区	(266)
5.5.1	伊阿巴地震区	(266)
5.5.2	东地中海地震区	(268)
	参考文献	(269)
第六章	大陆构造运动的动力学	(272)
6.1	大陆内部构造变形解析	(272)
6.1.1	构造解析基础	(272)
6.1.2	大陆构造变形在空间上的不均匀性与变形分配	(277)
6.1.3	大陆构造变形在时间上的演化与变形迁移	(280)
6.1.4	构造复合分析基础	(282)
6.2	中国及其邻区古板块演化过程	(286)

6.2.1	古地磁数据分析	(287)
6.2.2	板块演化过程	(288)
6.3	沉积盆地的动力学	(299)
6.3.1	沉积盆地动力学分析	(299)
6.3.2	沉积盆地热动力学分析	(305)
6.3.3	孔隙流体渗流力学分析	(309)
6.3.4	中国沉积盆地的动力学特征	(313)
6.4	青藏高原隆起的运动学特征	(321)
6.4.1	青藏高原隆起的运动学特征	(321)
6.4.2	青藏高原形成的东部边界运动学约束	(326)
6.4.3	地壳条块模型与青藏高原的隆起	(332)
6.5	青藏高原隆起的动力学特征	(336)
6.5.1	青藏高原隆起的动力学模型	(336)
6.5.2	青藏地壳短缩过程中挤出量的估计	(339)
6.5.3	青藏高原隆起变形过程	(342)
	参考文献	(344)
第七章	地幔动力学	(350)
7.1	地幔对流基础	(351)
7.1.1	流变学的基本概念	(351)
7.1.2	对流的产生	(354)
7.1.3	对流运动的控制方程	(356)
7.1.4	对流环的结构	(358)
7.1.5	双扩散对流	(359)
7.1.6	双层对流问题	(361)
7.2	地球的热历史与对流传热	(362)
7.2.1	地球内部热历史研究	(362)
7.2.2	地球目前的热结构	(366)
7.2.3	行星的热历史	(367)
7.2.4	构造旋回与对流的间歇性	(370)
7.3	火山活动、地幔热柱与岩浆动力学	(371)
7.3.1	地球内部的岩浆活动	(371)
7.3.2	火山与洋中脊的岩浆活动	(375)
7.3.3	岩浆运移与火山活动的动力学	(381)
7.3.4	巨大火成岩区与超级热柱	(383)
7.4	非稳态地幔对流的速度场特征	(386)
7.4.1	概述	(386)
7.4.2	模型与参数	(387)
7.4.3	非稳态对流的形成	(387)
7.4.4	对流运动垂直速度的演化特征	(390)
7.4.5	对流运动水平速度的演化特征	(393)
7.4.6	表面大陆板块与地幔对流的相互作用	(395)
7.4.7	双层对流与全地幔对流的交换	(398)

7.4.8 小结	(398)
7.5 岩石圈板块运动与地幔对流的关系	(399)
7.5.1 岩石圈板块构造说的局限	(399)
7.5.2 板块俯冲带与地幔对流上边界层	(401)
7.5.3 岩石圈板块运动与地幔对流运动的关系	(403)
7.6 地幔对流的地表响应	(404)
7.6.1 地幔对流所产生的地表形变与重力异常的物理模型	(404)
7.6.2 地球的形状与大地水准面	(405)
7.6.3 密度异常扰动产生的地幔对流模型	(407)
7.6.4 地幔对流引起的地表响应的复杂性	(410)
附录:谐波扰动的解析解	(411)
参考文献	(413)
第八章 核-幔边界和地核动力学	(418)
8.1 核-幔边界动力学	(418)
8.1.1 核-幔边界的动力学背景	(418)
8.1.2 核-幔边界耦合	(421)
8.2 液核动力学	(424)
8.2.1 庞加莱理论	(424)
8.2.2 庞加莱理论的改进和发展	(426)
8.2.3 地核对流	(429)
8.3 地核运动和地磁场	(433)
8.3.1 地磁场的基本特征	(433)
8.3.2 地磁场的起源	(437)
8.3.3 地磁场倒转	(443)
8.4 地球内核的旋转	(449)
8.4.1 内核旋转的震学证据	(449)
8.4.2 内核旋转的进一步证实	(451)
8.4.3 对内核旋转的质疑和争论	(452)
8.4.4 内核超速自转的物理机制	(453)
参考文献	(456)
第九章 天文地球动力学	(459)
9.1 绪论	(459)
9.2 用于地球动力学研究的主要空间技术	(461)
9.2.1 甚长基线射电干涉测量(VLBI)	(461)
9.2.2 人造卫星激光测距(SLR)	(462)
9.2.3 全球定位系统(GPS)	(463)
9.3 空间地球动力学所取得的成果	(465)
9.3.1 板块运动的监测和研究	(465)
9.3.2 板块边缘和板内形变的监测	(467)
9.3.3 地球自转及其监测	(469)
9.3.4 天球和地球参考系的建立和维持	(471)

9.3.5 地球引力场的测定和研究	(475)
9.4 中国地壳运动的空间观测	(479)
9.4.1 概述	(479)
9.4.2 中国大陆及邻区各块体运动的监测	(482)
9.4.3 青藏高原地区的 GPS 观测	(486)
9.4.4 其他一些地区地壳运动的 GPS 测量分析	(489)
9.5 地球自转与地球各圈层运动的关系	(491)
9.5.1 地球自转变化与海、气活动的关系	(491)
9.5.2 南半球大陆及岛屿的分布与地球自转长期减慢	(498)
9.5.3 地球自转变化与地震和火山活动的关系	(499)
参考文献	(504)
第十章 天文因素对地球运动变化的影响	(506)
10.1 地球构造运动的韵律性	(506)
10.1.1 概述	(506)
10.1.2 地球韵律性变动的分级	(507)
10.2 长期韵律	(509)
10.2.1 超长韵律(超巨旋回)($\geq 1\text{Ga}$)	(509)
10.2.2 长韵律-巨旋回($1\text{Ga} \sim 250\text{Ma}$)	(510)
10.2.3 时间尺度在 $250 \sim 1\text{Ma}$ 间的长韵律	(514)
10.2.4 银河系对地球运动变化的可能影响	(523)
10.3 中期韵律($10^6 \sim 10^3 \text{a}$)	(525)
10.3.1 米兰科维奇理论	(525)
10.3.2 四级旋回($2 \sim 0.1\text{Ma}$)	(528)
10.3.3 五级旋回($0.1 \sim 0.01\text{Ma}$)	(530)
10.3.4 六级旋回($0.01 \sim 0.001\text{Ma}$)	(531)
10.4 短期韵律($1000 \sim 1\text{a}$)	(535)
10.4.1 $1000 \sim 100\text{a}$ 的短期韵律	(535)
10.4.2 $100 \sim 10\text{a}$ 的短期韵律	(538)
10.4.3 $10 \sim 1\text{a}$ 的短期韵律	(545)
10.5 微韵律($\text{a}, \text{m}, \text{d}$)	(546)
10.5.1 周年变化	(546)
10.5.2 月和半月周期	(547)
10.5.3 日和半日周期	(549)
10.6 天文因素对地球的灾变性影响	(550)
10.6.1 地球历史中的生物绝灭事件	(550)
10.6.2 撞击绝灭假说	(551)
10.6.3 撞击作用对岩石圈的可能影响	(553)
参考文献	(556)
Abstract	(560)

Contents

Chapter 1 Outline of the structure of the Earth	(1)
1.1 Stratified structure of the Earth	(1)
1.1.1 Basic spheric layers of the Earth	(1)
1.1.2 How does the Earth system run	(4)
1.1.3 Methods of observation and research for the structure in the Earth's interior	(7)
1.1.4 Stratified structure in solid Earth	(9)
1.1.5 Preliminary reference Earth model	(10)
1.2 Crust	(17)
1.2.1 Types and layering of the crust	(17)
1.2.2 Crustal structure of the Xingtai seismic area	(18)
1.2.3 Crustal structure revealed by the Geoscience Transects	(20)
1.2.4 Petrologic layering of the crust	(22)
1.2.5 Characters of the Moho interface	(23)
1.3 Mantle	(24)
1.3.1 Heterogeneity of the composition and structure of the upper mantle	(24)
1.3.2 Asthenosphere of the upper mantle	(29)
1.3.3 Interfaces in the upper mantle	(30)
1.3.4 Lower mantle	(32)
1.3.5 D' layer	(33)
1.4 Core-mantle boundary and the core	(34)
1.4.1 Core-mantle boundary (CMB)	(34)
1.4.2 Composition and nature of the core	(35)
1.4.3 Composition and structure of the outer core	(37)
1.4.4 Composition and structure of the inner core	(37)
1.5 Asymmetry of the Earth	(40)
1.5.1 Tectonic systems of the Earth	(40)
1.5.2 Asymmetry of the Earth	(41)
1.5.3 New evidences for the asymmetry of the Earth	(44)
1.5.4 Dynamic explanation of the asymmetry of the Earth	(48)
1.6 Hypotheses on the dynamic force sources for the tectonic movement of the Earth	(51)
1.6.1 Summary	(51)
1.6.2 Hypothesis on the Earth contraction	(51)
1.6.3 Hypothesis on the Earth expansion	(52)
1.6.4 Hypothesis of the Earth pulsation	(53)
1.6.5 Hypothesis on the Earth rotation	(54)
1.6.6 Hypothesis on the surge tectonic	(57)

1.6.7	A model of layer-block tectonic thermal-upwelling and the Earth's rotation	(58)
References		(62)
Chapter 2	Plate tectonics and plume tectonics	(65)
2.1	Theory on continental drift	(65)
2.1.1	Wegener's idea of continental drift	(65)
2.1.2	New evidences about continental drift	(66)
2.2	Theory on sea-floor spreading	(69)
2.2.1	Structure of the crust and upper mantle for oceanic floor	(69)
2.2.2	Proposal of the hypothesis of the sea-floor spreading	(71)
2.2.3	Vine-Matthews'hypothesis	(72)
2.2.4	Ages and spreading rates of the seafloor	(73)
2.2.5	Transform fault	(75)
2.3	Theory of plate tectonics	(78)
2.3.1	Kernels about plate tectonics theory	(78)
2.3.2	Types of plate boundaries and division of plates	(79)
2.3.3	Movement of lithospheric plates	(83)
2.3.4	The Wilson cycle	(90)
2.3.5	Mechanism for plate motion	(92)
2.4	Hypothesis on hotspot and mantle plume	(101)
2.4.1	Emergence of the idea about hotspot and mantle plume	(101)
2.4.2	Characteristics and causes of mantle plumes	(102)
2.4.3	Geological effects of mantle plumes	(107)
2.5	Plume tectonics	(108)
2.5.1	New hypothesis on geotectonics and geodynamics	(108)
2.5.2	Superplume	(111)
2.5.3	Relationship between plate tectonics and plume tectonics	(116)
2.5.4	Events of a mid-Cretaceous superplume	(117)
2.5.5	Illustration of the Wilson Cycle explained by plume tectonics	(121)
2.5.6	Theory of whole earth tectonics	(122)
References		(126)
Chapter 3	Circum-Pacific tectonic system	(131)
3.1	Definition and basic characteristics	(131)
3.1.1	Definition	(131)
3.1.2	Basic characteristics	(132)
3.2	Plate lath and plate tongue (slab)	(137)
3.2.1	Plate lath tectonics	(137)
3.2.2	Structural elements of plate tongue	(138)
3.2.3	Shapes of slab cross section and relative motion between overriding plate and subducting slab	(140)
3.2.4	Heterogeneity of plate tongue	(141)
3.3	Mechanical analysis of plate tongue deformation	(141)
3.3.1	Forces of plate tongue deformation	(141)

3.3.2	Analysis on the elastic bending of plate tongue	(142)
3.3.3	Analysis on the elasto-plastic bending of plate tongue	(143)
3.3.4	Analysis of plate tongue deformation with aseismic ridge	(145)
3.4	The southeastern Circum-Pacific segment	(147)
3.4.1	General situation	(147)
3.4.2	Earthquakes and volcanoes in South America	(148)
3.4.3	Plate tectonics of subduction zone in South America	(151)
3.4.4	Subduction zone in the Middle America	(153)
3.5	The northeastern Circum-Pacific segment	(154)
3.5.1	General situation	(154)
3.5.2	San Andreas Fault	(156)
3.6	The northwestern Circum-Pacific segment	(157)
3.6.1	Aleutian Island Arc	(158)
3.6.2	Kurile Island Arc	(159)
3.6.3	Japan Island Arc	(159)
3.6.4	Ryukyu Island Arc	(161)
3.7	The southwestern Circum-Pacific segment	(162)
3.7.1	Mariana Island Arc	(163)
3.7.2	Partition of Philippines between the south and north	(164)
3.7.3	Distortion of the slab in the Banda Sea	(165)
3.7.4	Tonga and New-Hebrides slabs stand facing each other	(166)
3.7.5	Interleaving slabs in New Zealand	(167)
3.8	Dynamics on the trench-arc-basin system	(169)
3.8.1	Physical conditions and rheologic models for deep subduction zone	(169)
3.8.2	Subduction modes and possible causes	(173)
3.8.3	Mechanism of the back-arc basins	(176)
	References	(178)
Chapter 4	Ocean ridge tectonic system	(181)
4.1	Definition and basic characteristics	(181)
4.1.1	Definition	(181)
4.1.2	Characteristics of geophysical fields for ocean ridges	(183)
4.1.3	Seismic characteristics for ocean ridges	(186)
4.2	Geometry and tectonic classification of oceanic ridges	(187)
4.2.1	Geometry of oceanic ridges	(187)
4.2.2	Transform faults and their classification	(187)
4.2.3	Tectonic classification of sea-floor spreading	(190)
4.2.4	Classification, movement and evolution of triple junctions of ridges	(192)
4.3	Basic characteristics of the major ocean ridges	(196)
4.3.1	Atlantic Ocean Ridge	(196)
4.3.2	Pacific Ocean Ridge	(198)
4.3.3	Indian Ocean ridge	(200)
4.4	Segmentation, pattern change, and location jump of ocean ridges	(201)