



中国科学院研究生教学丛书



岩石圈物理学

滕吉文 张中杰 白武明 等 编著



科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

本书为《中国科学院研究生教学丛书》之一。

全书共分为 26 章,作者基于 20 世纪,特别是后半世纪以来岩石圈物理学在国际上和我国所取得重大成就的基础上,对理论、反演方法、数据处理、结果分析与解释和系列论点及见解进行了一体化分析和论述。

地震波场效应在岩石圈物理学研究中占有特殊地位,故对其结构分类,特别是对壳-幔边界和地幔低速层,物质组成与地球介质的非弹性等,地震体波、面波、各类转换波与二维和三维反演壳、幔层、块结构和高温高压实验进行了详细论述。对重力场、地磁场、电性特征和地热场效应进行了系统阐述。

为了说明岩石圈物理学在深化对地球本体认识,探讨资源、能源与地震“孕育”、发生和发展的深部介质和构造环境效应,系统讨论了大陆科学钻探、沉积盆地、矿产资源、大陆伸展与裂谷、地幔热柱与地球内部物质运移的深层动力过程。基于我国地球物理深部探测揭示的构造格局探讨了壳、幔深部介质与结构的不均匀性、各向异性和地球深部的动力学响应。

《岩石圈物理学》是为迎接 21 世纪对地球科学新的挑战和机遇的一本重要论著,是在作者的学术思想指导下,对中外大量科学工作者智慧与成果的汇聚,也可以说是一本近代岩石圈物理学研究的总结。本书可供地球物理学和其他有关学科领域的科研工作者、教育工作者、生产实践者和研究生与大专院校高年级学生参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

岩石圈物理学/滕吉文等编著. —北京:科学出版社,2004

(中国科学院研究生教学丛书)

ISBN 7-03-009406-9

I. 岩… II. 滕… III. 岩石圈—物理学 IV. P583

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 037530 号

责任编辑:秦国英 谢洪源/责任校对:包志虹

责任印制:安春生/封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 3 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2004 年 3 月第一次印刷 印张: 63

印数:1—800

字数: 1 467 000

定价: 120.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

《中国科学院研究生教学丛书》总编委会

主 任:

白春礼

副主任:

何 岩 师昌绪 杨 乐 汪尔康 沈允钢
黄荣辉 叶朝辉

委 员:

朱清时 叶大年 王 水 施蕴瑜 余翔林
冯克勤 冯玉琳 高 文 洪友士 王东进
龚 立 吕晓澎 林 鹏

《中国科学院研究生教学丛书》地学学科编委会

主 编:

黄荣辉

副主编:

叶大年

编 委:

章 申 秦大河 石耀霖 丁仲礼 蔡运龙

滕吉文 地球物理学家 中国科学院院士

1934年3月出生于黑龙江省哈尔滨市,原籍河北省黄骅县(市)。1956年毕业于原东北地质学院地球物理系。1958年赴原苏联留学,在前苏联科学院大地物理研究所做研究生,主要进行地震绕射波场动力学研究,并于1962年获物理-数学副博士学位。现为中国科学院地球物理研究所研究员,博士生导师,中国科技大学研究生院教授,吉林大学教授,浙江大学兼职教授,成都理工大学兼职教授,云南大学兼职教授,中国科学院院士。

1962年回国后,长期以来从事地球深部物理和地球动力学研究。曾主持研究过多项国家级、院(部)级、重大和重点研究项目,几十年来他在该科学领域做出了突出贡献。在国内外学术刊物上发表论文180余篇,出版专著8部,并广为国内外所引用。曾获得国家自然科学一等奖一项、国家攻关奖一项,中国科学院一等奖三项、特等奖一项、攻关奖一项。在中国科技大学研究生院先后讲授“地壳与上地幔的地震探测”和“岩石圈物理学”课程,至今已20余年。此外还曾在成都理工大学、南京大学、吉林大学、中国地质大学(北京)、浙江大学等高等学校讲授过不同内容的讲座。培养了一批优秀的青年科学家,并在国内外不同的科学研究、生产和教学部门起着重要的作用。是我国该学科领域的开拓者之一,优秀的学科带头人,也是在国际上反映我国该研究领域的杰出代表之一。

在21世纪开始之际,滕吉文教授正率领着他的学生和青年科学家们向着地球科学的新领域奋进!

地球物理学在本质上是一门观测的科学。因此,可靠信息与信息量的缺乏或不足乃是任何数学技巧和图像显示所无法弥补的。

滕吉文

1996年6月16日

《中国科学院研究生教学丛书》序

在 21 世纪曙光初露,中国科技、教育面临重大改革和蓬勃发展之际,《中国科学院研究生教学丛书》——这套凝聚了中国科学院新老科学家、研究生导师们多年心血的研究生教材面世了。相信这套丛书的出版,会在一定程度上缓解研究生教材不足的困难,对提高研究生教育质量将起到积极的推动作用。

21 世纪将是科学技术日新月异、迅猛发展的新世纪,科学技术将成为经济发展的最重要的资源和不竭的动力,成为经济和社会发展的首要推动力量。世界各国之间综合国力的竞争,实质上是科技实力的竞争。而一个国家科技实力的决定因素是它所拥有的科技人才的数量和质量。我国要想在 21 世纪顺利地实施“科教兴国”和“可持续发展”战略,实现邓小平同志规划的第三步战略目标——把我国建设成中等发达国家,关键在于培养造就一支数量宏大、素质优良、结构合理,有能力参与国际竞争与合作的科技大军。这是摆在我国高等教育面前的一项十分繁重而光荣的战略任务。

中国科学院作为我国自然科学与高新技术的综合研究与发展中心,在建院之初就明确了出成果出人才并举的办院宗旨,长期坚持走科研与教育相结合的道路,发挥了高级科技专家多、科研条件好、科研水平高的优势,结合科研工作,积极培养研究生;在出成果的同时,为国家培养了数以万计的研究生。当前,中国科学院正在按照江泽民同志关于中国科学院要努力建设好“三个基地”的指示,在建设具有国际先进水平的科学研究基地和促进高新技术产业发展基地的同时,加强研究生教育,努力建设好高级人才培养基地,在肩负起发展我国科学技术及促进高新技术产业发展重任的同时,为国家源源不断地培养、输送大批高级科技人才。

质量是研究生教育的生命,全面提高研究生培养质量是当前我国研究生教育的首要任务。研究生教材建设是提高研究生培养质量的一项重要的基础性工作。由于各种原因,目前我国研究生教材的建设滞后于研究生教育的发展。为了改变这种情况,中国科学院组织了一批在科学前沿工作,同时又具有相当教学经验的科学家撰写研究生教材,并以专项资金资助优秀的研究生教材的出版。希望通过数年努力,出版一套面向 21 世纪科技发展,体现中国科学院特色的高水平的研究生教学丛书。本丛书内容力求具有科学性、系统性

和基础性,同时也兼顾前沿性,使阅读者不仅能获得相关学科的比较系统的科学基础知识,也能被引导进入当代科学研究的前沿。这套研究生教学丛书,不仅适合于在校研究生学习使用,而且也可以作为高校教师和专业研究人员工作和学习的参考书。

“桃李不言,下自成蹊。”我相信,通过中国科学院一批科学家的辛勤耕耘,《中国科学院研究生教学丛书》将成为我国研究生教育园地的一丛鲜花,也将似润物春雨,滋养莘莘学子的心田,把他们引向科学的殿堂,不仅为科学院,而且也为全国研究生教育的发展作出重要贡献。

钱亦群

前 言

岩石圈定义为地球内部介质中的沉积建造、结晶基底、地壳、壳-幔边界和地幔盖层之和,即上地幔软流层以上的固体介质圈层。岩石圈的厚度在全球范围内平均为 100~150km,它下面是上地幔软流层,岩石圈拖曳在软流层上“漂曳”。

随着地球科学的发展,人类对地球浅层沉积建造介质结构和性质的研究已远不能满足生产、经济和社会发展,特别是可持续发展的需求。人类对地球本体的认识也迫使地球科学研究必须向纵深发展,因为岩石圈是人类居住与获取各种资源、能源、改造和利用的场所,是地震和火山等自然灾害的策源地,故 20 世纪以来发展迅猛。岩石圈物理学是 20 世纪在地球科学领域里迅速发展起来的一门边缘学科,其目标是应用物理学和力学的原理及方法去揭示地球深部岩石圈的结构、构造、物质组成及其运动规律和块体运移的驱动机制,探讨其形成和演化规律及与资源、能源、灾害和环境乃至全球变化的内在关系与耦合。它是地球科学研究的基础和生长点。

随着当代社会需求和科学技术的迅猛发展,岩石圈物理学正处在一个新的起点上,它面临着比以往任何时候都更富于挑战的格局,当今国际合作日趋频繁,竞争更加激烈,同时也展现出前所未有的发现和突破的机会。可以预测,在 21 世纪,在地球科学的整体发展中,岩石圈物理学必将成为第一前沿,并将在地球物理学、地震学、地球化学、地质学、海洋学以及地理学、大气物理学和空间物理学的进程中以及相互作用探索中起到应有的作用,同时也必然要促进物理学、力学、数学、计算技术和高新技术的发展。

岩石圈物理学是一门亟待发展的学科,是一门具有国际性的、多学科的综合研究领域,然而当今人材培养和科学创新则是首当其充的任务。20 世纪,特别是后半半个世纪以来这一领域的研究取得了突出进展,应当说这与国际科学联合会理事会的领导与组织,国际地球物理与大地测量联合会(IUGG)和国际地质科学联合会(IUGS)等制定的一系列卓有成效的计划和方案是分不开的。从 20 世纪 60 年代的国际地球物理年开始,70 年代曾提出了上地幔计划,这一计划在有五六十个国家参加与实施,并提出了板块构造学说。然而驱动机制的问题有待解决,于是又在 80 年代提出了地球动力学计划,10 年过去了,板块运动的力源问题仍未解决,故 IUGG 和 IUGS 又共同发起组织实施了大陆岩石圈计划,目的是推动国际间的多学科合作,从全球角度来研究岩石圈,并进而探索板块运动的力源机制。80 年代中期以来又重点突出了全球地学大断面计划、大陆岩石圈动力学和科学钻探等计划的实施。从全球范围来看,这一系列的计划不论对地球科学的理论、方法、技术还是对其研究的内涵等方面均有着新的发现和发展。显然,岩石圈物理学,尤其是这几百公里的地球外层、地壳、上地幔和软流层乃是全球地球科学研究中的主体。

然而至今,尚无一本以“岩石圈物理学”为主体内涵的,既反映当代地球科学发展中最为辉煌的该学科领域的新成就、新进展,又与我国地球物理学家们在该研究领域中所做出的重要贡献相结合的系统专著。为此,我们决定撰写这本书,并作为对新世纪的献礼!

在 21 世纪的上、中叶,岩石圈物理学研究的主题除深化认识地球本体和取得一系列

科学成就外,还必须为满足人类未来福利需求做出贡献,主要的成果应当能够提高地球科学对地球深部物质与能量的交换和其深层动力过程的基本认识、理论和技术水平,因为这对于最佳利用消耗资源和能源以及远景预测将是非常重要的;为了解物质资源的限度和灾害的防范,对于社会和经济的发展、需求和未来展望均是十分关键。另一方面在评价、预测和减轻自然灾害,地震的“孕育”、发生和发展的深部介质和构造环境、火山的喷发以及全球变化等研究中均将具有深远意义。这是由于,在人类漫长的历史进程中,都在探索地球的起源、发展和活动。人们只有在承认地球是为维系人类生存及生活空间提供一切物质源泉后,才能真正认识到深化对地球本体的认识与提高生产、生活质量、水平和社会与经济可持续发展之间的必然联系。

《岩石圈物理学》这本专著收集了当代国内外有关地壳、上地幔结构、深层过程、物质组成和地球动力学等方面的大量资料和参与撰写本书作者们多年来在这一领域的辛勤研究成果和积累。它是集理论、方法、观测与实验研究,数据处理与反演和结果与解释于一体的一本专著,也可以说是近代岩石圈物理学研究的一大总结。

由于本专著涉及面广,需要大量的资料、图件和众多学科的共同支撑,为此由十多位地球物理学家共同执笔撰写,作者们的具体分工依章节为序排列如下:

前言:滕吉文

第一章:滕吉文

第二章:滕吉文

第三章:滕吉文

第四章:滕吉文

第五章:滕吉文、王光杰

第六章:张中杰

第七章:刘建华、滕吉文

第八章:全幼黎、滕吉文

第九章:滕吉文、万志超

第十章:滕吉文

第十一章:滕吉文、胡家富、张慧

第十二章:滕吉文

第十三章:滕吉文、杨顶辉

第十四章:刘元龙

第十五章:安振昌

第十六章:汪集旻、胡圣标、黄少鹏、赵平

第十七章:孔祥儒

第十八章:白武明

第十九章:滕吉文

第二十章:滕吉文、张秉铭

第二十一章:滕吉文

第二十二章:滕吉文

第二十三章:滕吉文、刘元龙

第二十四章:滕吉文

第二十五章:张中杰、滕吉文

第二十六章:滕吉文

结语:滕吉文

本书在撰写过程中,参阅、引用了大量的国内外资料和图件。全书所附系列参考文献和众多的专著不仅给各位作者以极大的启迪,提供了素材,而且也是组构本书各章节的基础,同时还得到前辈、专家、老朋友和青年朋友们的大力支持。在此,请允许我代表撰写本书的全体作者向上述方方面面的国内外学者们;曾融生、丁国瑜、陈运泰、许厚泽院士;张少泉、臧绍先、姚伯初、刘若新、申宁华、何樵登、王懋基、王椿镛、张先康、刘启元、刘国栋、卢造勋、邵学钟、杨文采、郭自强、傅容珊、刘斌、冯锐、张家茹、邓晋福、王红登、牛树银、熊绍柏、尹周勋、刘福田、葛碧茹教授和研究员;吴庆举、陈九辉博士等;K. Aki, D. L. Anderson, V. Babuska, F. Birch, L. W. Braile, Cervey, V., Dziewonski A. M., Kennelt, B. L. M., Langel R. A., Meissner, R., Mooney. W. D., Ringwood. A. E., Olsen K. H., Берзон. И. С., Епинатъва А. М., Пузырёв. Н. Н. 教授等表示衷心的感谢! 因为若没有他们和我们自己多年的辛勤劳动和众多成果,要撰写成这本专著也是不可能的。同时我还要向对本书进行资料整理和排版、校对和清稿,以及图件处理和绘制做了大量工作,并付出了辛勤劳动与智慧的王光杰副教授、闫雅芬、杨占寿高级工程师和张慧女士等我们这一研究集体的全体朋友们表示诚挚的谢意!

滕吉文

2000. 3. 28

目 录

《中国科学院研究生教学丛书》序

前 言

第一章 中国大地构造的基本格局和地质-地球物理分析概论	(1)
第一节 中国地壳构造格局	(2)
第二节 我国大地构造单元与分区特征	(18)
第三节 我国大地构造的交替发展与断裂构造和演化特点	(24)
第四节 地球的径向运动和横向运动	(27)
第二章 岩石圈物理学研究导论	(34)
第一节 岩石圈物理学研究的目的和意义	(34)
第二节 地球内部物质的运动学和动力学的科学内涵与研究途径	(41)
第三节 地球物理学研究的意义	(48)
第四节 岩石圈物理学研究的主要成就与制约	(55)
第五节 地球内部的研究必须向纵深发展	(71)
第三章 地壳与地幔结构和构造与类型	(76)
第一节 地球内部的圈层结构	(77)
第二节 大陆的地壳结构和构造	(86)
第三节 海洋地壳的结构与分层特征	(104)
第四节 地幔结构与地幔低速层及其不均匀性	(113)
第五节 地壳模型	(122)
第四章 地壳与上地幔的过渡带——Moho“界带”的介质结构和性质	(134)
第一节 壳-幔过渡带的结构类型	(134)
第二节 地震宽角反射实际观测资料所提供的地壳-地幔过渡带性质与信息	(139)
第三节 近垂直反射波场的记录特征	(151)
第四节 壳-幔过渡带不同特征的动力学标志	(157)
第五节 壳-幔过渡带(Moho“界带”)的性质与岩石学特征	(165)
第五章 地球内部物质的组成和属性	(171)
第一节 大陆地壳的物质组成	(172)
第二节 海洋地壳的物质组成	(181)
第三节 地幔物质组成与间断面	(188)
第四节 中国东部大陆的上地幔物质组成	(201)
第六章 地震波在岩石圈复杂介质中的传播	(212)
第一节 地震波在非均匀介质中的传播	(212)
第二节 各向异性介质中地震波的传播	(231)

第三节	低耗损介质中的一般矢量平面波·····	(250)
第四节	双相介质中的地震波·····	(258)
第五节	随机非均匀介质中地震波的传播·····	(264)
第六节	非线性介质中的地震波·····	(266)
第七章	岩石圈介质的性质、类型和非弹性 ·····	(274)
第一节	地球介质的流变模型及其衰减性质·····	(275)
第二节	地震波衰减的物理机制·····	(282)
第三节	几个典型地区实测地震波动 Q 值的分布特征 ·····	(289)
第四节	冰期后的均衡回跳与地幔的黏滞性·····	(302)
第八章	高斯波束与理论地震图 ·····	(305)
第一节	高斯波束的基本理论·····	(306)
第二节	高斯波束的特性和波束参数的选择·····	(314)
第三节	柱面波和球面波的高斯波束展开·····	(318)
第四节	高斯射线束体波理论地震图·····	(324)
第五节	计算程序框图·····	(337)
附 录	·····	(340)
第九章	地壳与上地幔介质结构和构造的人工源地震深部探测方法 ·····	(342)
第一节	利用地震波场研究地球内部结构和构造的主要方法概述·····	(342)
第二节	地壳与上地幔结构和构造的宽角反射和折射的深部地震探测·····	(355)
第三节	近垂直反射波场效应与反射界面的形成·····	(368)
第四节	海洋地区岩石圈结构的深部地震探测·····	(387)
第十章	岩石圈介质结构的地震体波速度反演 ·····	(404)
第一节	常速介质中地震波速度的概念·····	(404)
第二节	地震反射波场的叠加和偏移技术·····	(412)
第三节	纵向不均匀分层介质结构中地震波速度的反演·····	(420)
第十一章	地震面波和岩石圈结构 ·····	(444)
第一节	均匀弹性半空间介质中的面波——瑞利波·····	(445)
第二节	成层介质中的 SH 型面波——洛夫波 ·····	(449)
第三节	地震面波的频散·····	(454)
第四节	地震面波频散与岩石圈结构反演·····	(459)
第五节	地球内部的面波与导波·····	(474)
第十二章	天然地震转换波和体波接收函数与岩石圈介质结构 ·····	(481)
第一节	天然地震转换波的运动学和动力学特征·····	(481)
第二节	地震转换波资料的分析与结果解释·····	(490)
第三节	地震转换波的资料分析和转换界面深度的计算·····	(497)
第四节	远震体波接收函数与分辨率·····	(508)
第五节	远震体波接收函数及其波形反演与岩石圈结构·····	(515)
第十三章	岩石圈结构的地震层析成像 ·····	(523)
第一节	三维结构与地震层析成像的分类和研究途径与基本原理·····	(523)

第二节	地震层析成像的反演方法·····	(532)
第三节	衍射地震层析成像·····	(542)
第四节	用P波走时反演地壳三维结构·····	(546)
第五节	全球岩石圈地震层析成像的几个例子和结果可靠性与分辨率的分析 ·····	(556)
第十四章	地球重力场与岩石圈·····	(567)
第一节	地球引力位及重力位·····	(567)
第二节	地球重力场·····	(572)
第三节	重力资料的几项改正·····	(578)
第四节	地下单一密度分界面反问题的解法·····	(585)
第五节	重力资料与岩石圈结构和构造·····	(593)
第十五章	地磁场模型和卫星磁异常·····	(598)
第一节	全球地磁场模型·····	(598)
第二节	区域地磁场模型·····	(615)
第三节	卫星磁异常·····	(634)
第十六章	岩石圈热结构与热演化·····	(652)
第一节	岩石圈内的热传递与浅部热状态和热流测量·····	(652)
第二节	岩石圈的稳态热结构·····	(660)
第三节	岩石圈动态热体制·····	(664)
第四节	岩石圈的热演化·····	(670)
第十七章	大地电磁测深·····	(673)
第一节	大地电磁测深研究的基本内容·····	(674)
第二节	数据采集、分析和解释·····	(680)
第三节	大地电磁测深方法的应用·····	(684)
第十八章	高温高压条件下岩石的变形·····	(687)
第一节	岩石力学基础·····	(687)
第二节	流变学基础·····	(695)
第三节	岩石变形的机制——晶体中的缺陷与运动·····	(712)
第四节	岩石圈介质流变性质的几个例子·····	(726)
第十九章	大陆地壳科学深钻井、超深钻井与岩石圈结构和动力学·····	(734)
第一节	大陆科学钻探及其在岩石圈物理研究中的作用·····	(734)
第二节	美国大陆科学钻井计划·····	(738)
第三节	前苏联的超深钻井计划与结果·····	(744)
第四节	德国和其他国家大陆深钻井和超深钻井计划与实施·····	(752)
第五节	中国大陆科学钻探工程·····	(757)
第二十章	中国及邻区的沉积盆地与深层过程·····	(764)
第一节	盆地特征与分类·····	(765)
第二节	沉积盆地的深部构造背景和地球物理场特征·····	(768)
第三节	我国西北沉积盆地地域的三维速度结构·····	(772)

第四节	沉积盆地的地球动力学演化模型——一个新的大陆地壳模型·····	(782)
第五节	中国及邻区造山带与沉积盆地的研究方向·····	(786)
第二十一章	东亚大陆伸展和裂谷作用的深层过程·····	(788)
第一节	东亚大陆裂谷的特点与形成机制·····	(788)
第二节	大陆裂谷的地壳与上地幔结构和地球物理场特征·····	(790)
第三节	裂谷的性质和类型·····	(797)
第四节	裂谷构造带的深层过程与大陆动力学·····	(799)
第五节	大陆裂谷构造与资源、地震灾害和动力学·····	(807)
第六节	东亚大陆裂谷研究的方向与任务·····	(809)
第二十二章	地幔热柱与地球内部物质运移的深层过程·····	(813)
第一节	地幔热柱概念的提出和它的形成与属性·····	(814)
第二节	地幔热柱基本形态的模拟与化学组分·····	(819)
第三节	地幔热柱的运动学和动力学特征·····	(825)
第四节	热点与地幔热柱的分布·····	(832)
第五节	超级地幔热柱·····	(838)
第六节	热点与地幔热柱的来源·····	(841)
第七节	地幔热柱研究的地球科学意义·····	(843)
第八节	地幔热柱与板块构造·····	(846)
第二十三章	中国岩石圈结构、构造和地球物理场特征与矿产资源·····	(862)
第一节	岩石圈结构、构造变异带与金属和非金属矿产的分布与大地构造格局·····	(864)
第二节	华南及陆缘地带地球物理场特征及其对资源和能源的控制·····	(868)
第三节	康滇构造带岩石圈结构,地球物理场背景,地质构造特征与金属和非金属矿床·····	(871)
第四节	青藏高原东部地带的构造格局与矿床分布特征·····	(896)
第五节	我国未来找矿应重视的几个方面·····	(910)
第二十四章	中国地球物理深部探测揭示的构造格局、各向异性和大陆动力学·····	(912)
第一节	中国地球物理探测剖面与地学断面的选择和分布·····	(914)
第二节	中国地球物理深部地震探测揭示了地壳和上地幔的横向不均匀性和复杂性·····	(917)
第三节	地震“孕育”的深部背景和滑脱构造·····	(922)
第四节	地球内部速度分布与各向异性·····	(924)
第五节	岩石圈形成、演化和动力学研究·····	(927)
第二十五章	地球深部岩石圈介质结构与构造的复杂性·····	(935)
第一节	地球内部结构的复杂性与各向异性·····	(935)
第二节	地球内部结构与物质属性的非均匀性·····	(939)
第三节	复杂地球深部结构研究的新动向与问题·····	(943)
第二十六章	地球深部圈层结构与大陆动力学研究的思考·····	(946)
第一节	对地球内部与深层过程的思考·····	(946)

第二节 地球深部圈层与动力学研究的主体内涵.....	(947)
结 语.....	(950)
参考文献.....	(952)

第一章 中国大地构造的基本格局和地质-地球物理分析概论

我国地处亚洲。在印度洋板块、太平洋板块和欧亚板块的共同作用下,构成了破碎的嵌镶块体,由于深部物质与能量的交换,各圈层耦合和全球构造运动的制约,构成了一个极为复杂的板内构造格局(图 1.1)。

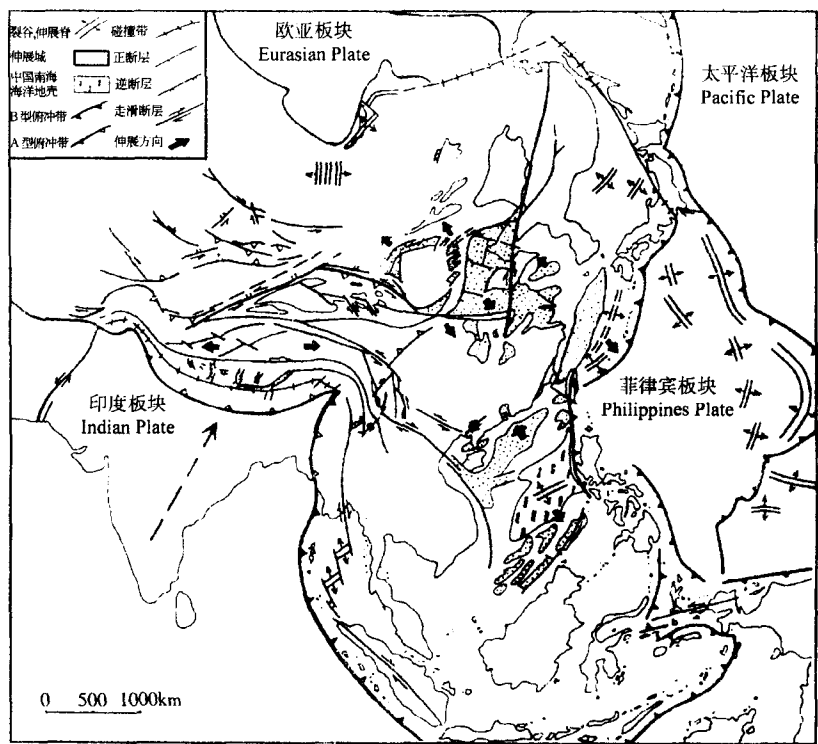


图 1.1 东亚大陆的构造格局

东亚大陆系由三条大型活动构造带所围成的大三角形区域,在这一区域内我国在地理位置上占据主体。这三条构造活动带为:西太平洋俯冲带,喜马拉雅大陆碰撞造山带和帕米尔-贝加尔构造活动带。它们分别是以洋-陆型板块接触带、陆-陆型碰撞造山带和板块内部的造山带与裂谷。

我国著名地质学家黄汲清、李四光、张文佑、张伯声、陈国达、李春昱、王鸿祯、马杏垣、程裕淇、丁国瑜等,以不同的观点和理论对我国大地构造的属性进行了论述。为此这一章仅仅是在这一系列著名地球科学家们研究与阐述的基础上,进而结合地壳、上地幔结构、

地球物理场及其深层动力过程,进行讨论和综合分析,并对有关大地构造问题进行轮廓性的阐述。目的是为在深化对我国岩石圈结构、构造和大陆动力学问题研究中能得以深化或启迪。丁国瑜教授在以众多地质学家工作的基础上,以大洋的“开”、“合”为主线(丁国瑜等,1991;黄汲清等,1980)论述了我国“地壳构造发育简史及大地构造分区”。曾融生教授基于地表地球物理场资料,特别是地球内部资料对“地球的径向运动和横向运动”,即地球的水平运动和垂直运动进行了精辟论述(曾融生,1994)。这些研究是十分重要的概括和总结,并给出了一幅清晰的构造运动与力系作用和深浅耦合的大地构造形成与运动和动力演化的图像。

第一节 中国地壳构造格局

一、地壳构造发育简史

元古宙早期的吕梁运动使华北地台基底固结,形成了我国最早的大陆克拉通,新元古代的晋宁运动使西北地台、扬子地台和

藏中南陆块先后固结。至此,我国西北地台、扬子地台与华北地台初步合并,并形成了一个统一的古中国大陆。这个巨大刚性块体的形成标志着我国古大陆地壳向板块构造运动的过渡。自显生宙开始,古中国大陆的板块构造运动日趋明显,并可粗略地分为裂谷型和俯冲型两大类。地处我国中部的秦祁褶皱系和贺兰山拗拉槽,在古元古代时已成为华北-西北地台内部的三叉裂谷系。其中以秦祁裂谷为主支,另一支为贺兰山拗拉槽伸向华北地台边缘而消亡(图 1.1.1)(冯增昭等,1983)。秦祁褶皱系经历了多次“开”与“合”的演变过程,但主要的一次开、合是在加里东构造运动阶段。古中国大陆之东南是一个活动的大陆边缘,根据沉积建造、岩浆活动、变质作用和构造变形等特征标志,可进一步划分出湘桂弧后盆地,云开-怀玉岛海、赣粤弧间盆地、武夷岛海等沟、弧、盆体系。丽水-海丰一线可能是加里东晚期板块俯冲地带、东面为大洋板块,靠近古中国大陆的湘桂地区是在扬子地台基础上开裂而成为地槽的。古中国大陆北面也有加里东

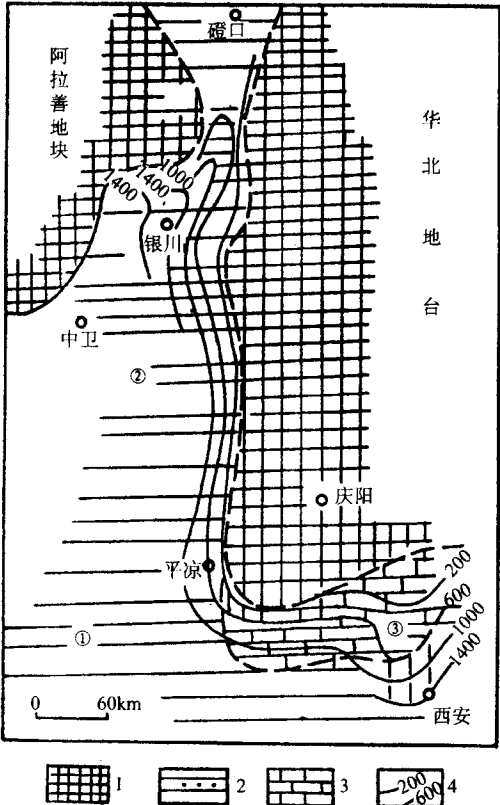


图 1.1.1 鄂尔多斯西缘奥陶纪平凉期

岩相古地理略图

- 1. 前寒武纪结晶基底;2. 中奥陶世平凉组砂页岩沉积;
- 3. 中奥陶世平凉组碳酸岩沉积;4. 平凉组等厚线/m;
- ①秦祁海槽;②贺兰山拗拉槽;③渭北碳酸岩地台