

新构造学

·XINGOUZAOXUE·

黄玉昆 邹和平 张珂 编著



广东省地图出版社



新 构 造 学

黄玉昆 邹和平 张珂 编著

中南工业大学图书馆
赠

广东省地图出版社

• 广州 •

图书在版编目 (CIP) 数据

新构造学/黄玉昆等编著. -广州: 广东省地图出版社,
1996. 6

ISBN 7-80522-330-0

I. 新… II. 黄… III. 新构造学 IV. P54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 01961 号

新 构 造 学

黄玉昆 邹和平 张珂 编著

广东省地图出版社印刷、出版、发行

1092×787 毫米 1/16 16 印张 360 千字

1996 年 6 月第 1 版 1996 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—500 册

ISBN7-80522-330-0/P·4

定价: 28.00 元

序 言

黄玉昆教授早年即从事地貌学研究工作。建国后,由于工作上需要,主持中山大学地质系工作后,即从事于构造地质与地震学研究,因而在新构造学方面,有突破性进展。在他指导下的硕士研究生论文中,不少以“新构造学”为主题的作品,如邹和平和张珂的论文,都是其中的佼佼者。因此,本书之成,非一般泛泛之书可比,这是新构造学者们穷一生之力,费四十多年时间,才能在祖国大地上,诞生起来的一门新学科,也是在我国社会主义建设时期,在长期抗震救灾的实践过程中诞生出来的一门新学科。本人在参加新丰江水库地震研究工作以来,即不断对地貌学为新构造学服务加以注意。在访美期间,亦曾赴加州圣·安得列斯断裂考察,深感活断层地貌与地震发生的相关性之必然关系,至足为法。归来后亦曾在广东地质学会上作过报告,题为《地貌与地震》。回忆当年在与苏联戈尔什科夫顾问、李善邦教授研讨广州地区的地震烈度定级问题,本人即从活断层地貌的不典型问题,提出了广州地区不应属于七级以上地震区的建议,并受采纳。至今思之,犹如昨日。

今读黄兄等之新构造学一书,即认为此非一般之教学用书,而是一本对野外和室内工作均有参考价值的书,是一本大学上乘的教材,质量上优良,已达国际水平之作,胜于国外不少著作者也。本书如申请奖励时,亦请领导同志,考虑此南方老朽之言,予以奖励,不使野有遗材,而使新构造学一门学科,能茁壮长成,为社会主义建设发挥应有之作用也,是为序。

1995年7月22日,酷暑中,
广州曾昭璇敬序。

前 言

新构造学是一门比较年轻的学科,自前苏联科学院B·A·奥布鲁切夫院士1948年为该门学科奠基以来,至今只有短短的历史。和地质学其他的分支学科相比,它只不过是个婴儿罢了。虽然新构造学成长的历史过程很短,但由于它广泛地利用了近代技术革新的成果,与多种边缘学科的紧密联系,研究方法的多元化、定量化和系统化,以及它具有广泛的实用性等,从而使它在短短的几十年中取得了巨大的成就。从该学科本身说来,今天它已不是婴儿,而是已发展成为青壮年了。可以预见,新构造学将是一门很有前途的、具有强大生命力的边缘学科。

迄今为止,虽然有关新构造和活动构造的论著不少,但多限于区域性的新构造学或讨论个别时期和个别专题的新构造,如前苏联学者A·A·尼科诺夫的《全新世与现代地壳运动》(1977)、H·И·尼可拉也夫的《苏联新构造及其在构造和地形上的表现(区域和理论新构造学问题)》(1962)、《南亚新构造》(1984)和《全球大陆、海洋和过渡区的新构造》(1984),以及我国学者李起彤的《活断层及工程评价》(1991)、丁国瑜等的《活断层分段》(1993)和许学汉的《新构造研究与应用》(1994),而缺少一本适合于大学地质系本科生及研究生使用的普通新构造学教科书。本教程正是为了弥补上述缺憾而编写的。

本书是在编著者多年来给构造地质学、地貌学、海洋地质学和考古学专业的硕士研究生讲授《新构造学》的讲稿基础上,整理编写而成。全书共分八章。第一、二、八章由黄玉昆编写,第三、四、七章由邹和平编写,第五、六两章由张珂编写。初稿完成后,由黄玉昆统编定稿。

本书在编写过程中得到曾昭璇教授、刘以宣教授、赵不亿教授和李春初教授的诸多鼓励。曾昭璇教授在百忙中审阅原稿,并代为作序,在此谨向他们表示衷心的感谢。

本书的出版得到广东省地图出版社及王明峰、钟毅同志的支持,广东省地图出版社总编办张志丹同志对文稿进行了仔细审读,编著者对他们给予的热诚帮助和积极支持表示深深的感谢。

由于时间和编著者业务水平所限,书中不可避免地存在不少的缺点和错误,恳请读者批评指正。

编著者

一九九五年七月

目 录

序 言	
前 言	
第 一 章 绪论	1
第一节 新构造学研究的对象与内容	1
第二节 新构造学与其他学科的关系	4
第三节 新构造学研究的历史与动向	5
第 二 章 新构造运动的研究方法	12
第一节 概述	12
第二节 新构造运动研究方法各论	14
第 三 章 新构造运动与新构造类型及基本特征	51
第一节 新构造运动类型	51
第二节 新构造类型	56
第三节 新构造运动的基本特征	58
第 四 章 不同大地构造区的新构造运动	78
第一节 地台区的新构造运动	78
第二节 中、新生代地槽褶皱区的新构造运动	88
第三节 后地台活化区的新构造运动	102
第四节 大洋区的新构造运动	123
第 五 章 活动构造	128
第一节 活动断层	128
第二节 活动褶皱	155
第 六 章 地震活动	161
第一节 概述	161
第二节 地震成因假说	168
第三节 影响地震发生的因素	174
第四节 震源机制简介	181
第五节 古地震研究	187
第六节 人为诱发地震	190
第七节 地震的长期预报和烈度区划	197

第八节	中国强震的时空分布特征·····	202
第七章	火山活动·····	209
第一节	火山的分布与喷发类型·····	209
第二节	火山机构·····	211
第三节	火山喷发强度·····	214
第四节	火山喷发旋回·····	216
第五节	与火山活动有关的构造变形和地震·····	218
第六节	不同构造环境下的火山活动与岩浆岩组合·····	221
第七节	中国新生代火山作用的时空分布概况·····	225
第八章	海面变化·····	229
第一节	海面变化的原因·····	229
第二节	海面变化的标志·····	234
第三节	新生代的海面变化·····	242

第一章 绪 论

第一节 新构造学研究的对象与内容

一、新构造学的涵义与研究对象

“新构造”一词是由 Neotectonics 转译而来。Neo 是新之意, Tectonics 是构造。两者合称“新构造”或“新构造学”。

新构造学是研究由新构造运动产生的地壳构造和形态构造 (Morphotectonics) 及其发生、发展演化的科学。它是一门介于大地构造学与地貌学之间的新兴边缘学科。

在国外文献上还常常见到新构造运动 (Neotectonic movement)、近代地壳运动 (Recent crustal movement)、全新世地壳运动 (Holocene crustal movement) 与现代地壳运动 (Modern crustal movement) 等几个含义不同的术语。

新构造运动: 关于它的发生时间历来争议较大, 目前还没有统一的意见。归纳起来, 主要有以下五种不同的意见: 其一, 认为发生于晚第三纪至第四纪初; 其二, 发生于第四纪; 其三, 发生于晚第三纪—现代; 其四, 始于上新世, 甚至界定具体下界为 340 万年; 最后一种意见, 认为不应给予新构造运动以时间限制, 凡是造成地表现代地形基本起伏的作用都称为新构造运动。

上述有关新构造运动时限如此众说纷纭, 可能与学者研究的地区不同有关。见仁见智, 各有千秋。研究表明, 不同区域新构造运动起始时间确实有别。以我国为例, 西部诸山如青藏高原、天山等新构造运动起始时间主要出现于上新世晚期; 而东南地区, 特别是东南沿海, 准平原解体, 南海扩张, 海底拉斑玄武岩岩浆活动, 主要出现于渐新世末—中新世初。但如果我们从全球性的地球动力状态发生急剧变化观点出发, 把新构造运动的时限大致界定在晚第三纪—第四纪, 甚至往下延至渐新世, 看来是恰当的, 因为:

(1) 距今 50—40 百万年前, 印度板块向欧亚板块发生最终碰撞。晚第三纪推挤作用进一步加强, 出现大规模的逆冲断层活动, 使缝合线两侧的地壳缩短约 2500km, 进而引起青藏高原地壳增厚, 高原隆起, 并导致高原地壳表层近东西向扩张, 其作用进一步影响亚洲东部的地壳变形。

(2) 晚新生代时期, 全球发生最新阶段的广泛伸展作用, 主要标志是东非、北美、西欧等地一系列大陆裂谷和东亚一系列边缘海盆的扩张和形成, 例如, 我国南海垂直于东西向轴线的近南北向拉张, 即在此期发生。

(3) 全球性的地形起伏加大。许多地区的白垩纪至渐新世的准平原面此时发生解体、变形, 地势增高, 引起相应的全球沉积速度和大陆剥蚀速度的增大, 中新世以来达到最

高值 (图 1-1)。

(4) 随着各板块最终移动到现在的位置, 现代海陆轮廓的形成, 全球规模的环太平洋和阿尔卑斯—喜马拉雅火山 (图 1-2) 和地震带出现。

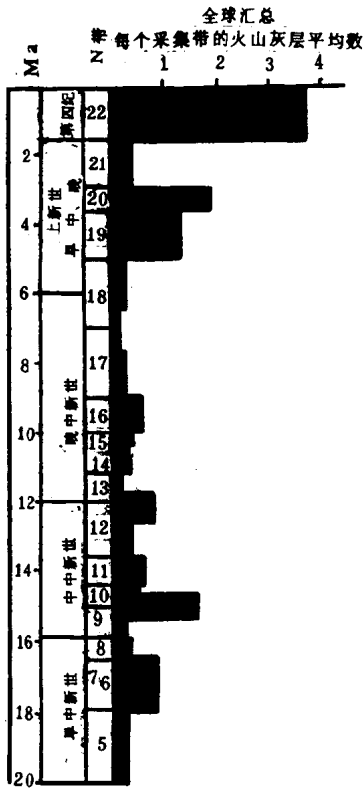
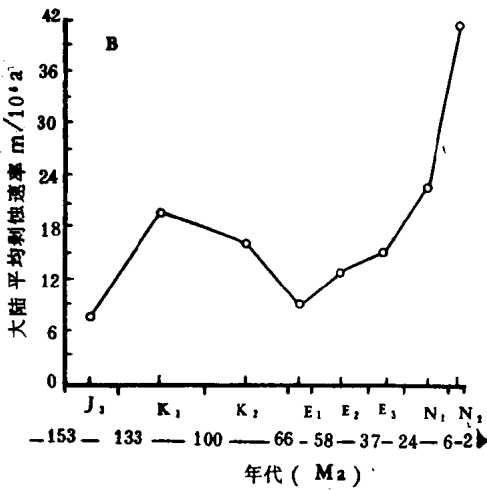
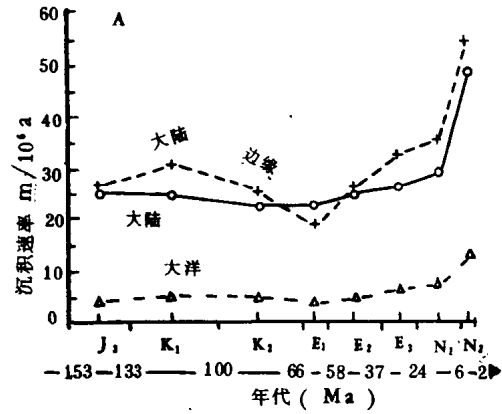


图 1-1 A. 过去 150 百万年间大陆、大陆边缘和洋底上的平均沉积速率变化曲线
B. 过去 150 百万年间大陆侵蚀与隆起平均速率变化曲线 (据 Ronov. A. B. 等, 1986)

图 1-2 由深海钻探计划 (DSDP) 得到的晚新生代火山灰平均层数和带数的全球性统计资料

(5) 气候急剧变化: 渐新世结束时, 气候急剧变冷, 这是从晚古生代以来第一次使海洋温度下降至冰川温度, 到中新世中期全球气候明显恶化, 南极大陆冰盖已有相当规模。

(6) 海面变化: 岩相古地理、古生物及地震地层学等分析结果表明, 晚新生代海面以全球性海退为主要特征, 海面最大下降发生在渐新世晚期至中新世晚期 (图 1-3)。海面变化对构造运动的影响具有与冰川活动相当的效应。

以上诸方面说明，新生代以来，特别是渐新世晚期—中新世以来，地球应力状态和动力状态发生了急剧的变化，一系列新的构造动力系统开始发挥作用，造成地幔物质的重新分配，引起地壳岩石圈结构发生变动，大地水准面变形，新的不同等级的地质构造形成，使过去古老而稳定的构造重新活动，从而产生新的地质构造和形态构造，反映地球构造演化进入一个新的阶段——新构造阶段。

近代地壳运动：不同学者对其出现的时间也有不同理解。一部分人认为与“新构造运动”的术语相当，另一部分人则认为应与“现代地壳运动”的时间相当。此外也有人认为该术语相当于“全新世地壳运动”。根据60年代初建立的“国际大地测量协会近代地壳运动委员会”从1962年以来

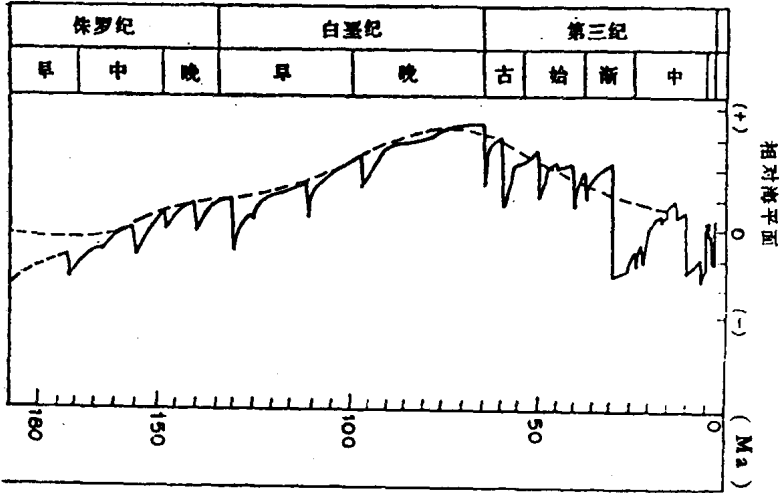


图 1-3 三叠纪末以来海平面变化的详细示意图
据 P. R. Vail 等 (1977) 修改

召开的 8 次国际会议所讨论的问题，以及与会者提交的论文看，范围十分广泛，既包括了晚第三纪—更新世，也包括了全新世及现代地壳运动的理论问题和实际问题，以及仪器测量等。但侧重于全新世以来的地壳运动。因此把近代地壳运动下限定在全新世，而上限直至现今，还是可行的。

现代地壳运动：指近千百年以来发生且目前还在发生的地壳运动。这种运动主要是通过仪器测定，但也部分使用地质地貌法。由于它对人类的生产、生活和生命关系十分密切，从而获得研究者的高度重视。

1955 年，我国著名地质学家李四光教授又提出“挽近地壳运动。”(Noid crustal movement) 一词。按他在 1958 年所给的定义：“在地质记录不完全的地区，要确定构造运动发生的时期及其持续的时间往往有很大的困难。任意主观的断定，难免不铸成错误，引起混乱。因此，概括地标示时期的名词是有一定效用的，“挽近”一词和苏联学者所倡导的新构造运动在时间上大致相等”。从以上的定义看，挽近地壳运动的含义与新构造运动的含义大致相当。

本书中，将结合通常的习惯和近期的进展，把发生于晚第三纪（或下延至渐新世）—第四纪的构造运动称为新构造运动，其中包括近几千年来人类所能目及的和用仪器及历史考古法进行研究的现代地壳运动。由这种新构造运动所造成的地壳构造和形态构造称新构造。新构造学由大地构造学中分出来作为一门独立学科进行研究的主要依据是：①

大量的研究资料证明,晚新生代期间,地球岩石圈各部分的构造运动较早期的构造运动在空间分布,强度(速度和幅度),周期和韵律等方面都有自己的特点;②与较早期的老构造运动相比较,新构造运动发生的时间是短暂的。此外,新构造运动还包括目前仍在进行的现代地壳运动。因此,新构造运动的结果,就不仅仅表现为由这种运动在地壳岩石和晚新生代堆积物中形成的新地质构造,而且表现为与其密切相关的现代地震、火山活动、水系变迁等各种自然现象中;③新构造学的研究任务一方面是要查明晚新生代构造运动的历史和现代地壳运动的状况,另一方面还要据以判别新构造运动发展的趋势和未来的变化,具有预测性和能动性的功能;④新构造学的研究方法中不仅包括大地构造学的一般的地质学方法,而且还包括地貌学、大地测量学、地震学和历史考古学等多方面的方法;⑤新构造运动,特别是正在进行的现代地壳运动,具有极为重要的科学和实际意义。

二、新构造学研究的内容

新构造学研究内容十分广泛,概括地说来,大体包括如下的几个方面:

(1) 研究由新构造运动产生的构造形迹与岩浆活动。如岩层的褶皱、断裂形态、产状,空间展布,力学性质;岩浆活动类型,岩石或岩体的矿物成分与化学成分,空间分布,形成时代与构造环境等。

(2) 研究晚第三纪以来形成的形态构造。描述它们的分布、规模大小、成因及其在时间上的发展、演化过程。

(3) 研究新构造运动的性质和基本类型,运动在时间上的表现特征,它们与区域构造运动和全球运动的关系,以及运动机制等。

(4) 新构造运动与地壳介质结构和深部介质组成,结构的关系。这方面包括了重力场、地磁场、热流场的观测、地震测深和大地电磁测深等。

第二节 新构造学与其他学科的关系

新构造学是一门综合性很强的学科,研究内容十分广泛,需要研究者具备多方面的知识,有良好而深厚的数理基础,其中主要包括以下几个学科:

(1) 构造地质学与大地构造学:是新构造学的专业基础学科。新构造学者在研究一个小区域的新构造运动迹象或构造实体时,不可避免地要具备构造地质学方面的知识。而一个小区域的构造又和区域构造甚至全球构造有关,它们不是孤立的,大中有小,小中有大。这就要求我们有良好的大地构造学基础。

(2) 地貌学:地球表面的巨型地貌诸如山脉、高原、断陷谷和断陷盆地、大陆架乃至深海盆等,主要是构造成因的,是新构造运动的结果。即使是一些地貌细节,诸如河流的流向、侵蚀与堆积作用等也是在新构造运动控制之下通过风化、侵蚀对岩层、岩体作用形成。因此,根据地貌来推断新构造运动及地质构造就具有非常重要的意义了。

(3) 第四纪地质学：是研究地球发展历史最新阶段地理环境的发生发展和演化的科学。它利用各种手段划分第四纪地层，阐明这些地层的形成环境，这对于新构造的各种构造形迹和形态构造的时间界定以及阐明它们的形成和发展有重大的意义。

(4) 测量学与大地测量学：这两门科学都是利用各种仪器测定地壳的水平和垂直运动，给出它们的运动速率、活动类型和基本活动特征、活动区划分等。从定量的方法上研究新构造运动。

除上述几门学科外，新构造学还与其他学科，如地震地质学、地球物理学、地球化学、同位素地质学、生物地层学、遥感地质学与历史考古学等有关。由于本书篇幅所限，这里就不一一叙述了。

第三节 新构造学研究的历史与动向

一、历史与进展

国内外学者对于山川、水势及作为地壳上升迹象之一的多层喀斯特溶洞，海岸阶地、珊瑚礁等，早有记述。但作为一门科学的“新构造学”，其奠基应归功于前苏联院士 B. A. 奥布鲁切夫。1948 年，奥氏在其《新地质构造运动的动力及其造形的基本特征》一文中，明确指出：“应把新构造运动与阿尔卑斯旋回分开，新构造运动造就了现代地形的基本起伏。运动不仅出现在阿尔卑斯旋回影响地区，而且还出现在未受阿尔卑斯旋回影响的地区”。近四十多年来，在国内外学者的不断努力下，新构造学经历了由初生婴儿到逐渐成长的青壮年阶段，其中苏联学者 H. И. 尼可拉也夫，Ю. A. 米舍里亚可夫等人对近代地壳垂直运动，区域乃至全球的新构造图编制，形态地貌的研究，以及美国与日本学者利用先进的仪器技术研究断层与板块间的位移方面作出了重要贡献。

从六十年代开始，国际新构造学研究进入了一个迅速发展，并日趋成熟的阶段，近三十年来，新构造学研究取得重要进展与成就，概括地说来有以下诸方面：

1、活动构造研究的深入

对地壳上现代最活跃的板块边缘地带、裂谷带的现代活动状态的研究一直是新构造研究中最感兴趣的课题，近年来对板块内部的现代活动、应力场状态的讨论亦日益深入。由于面临地震预报、地震区划和减轻震害等实际问题，在对地壳上各种形式的活动构造的研究中，活动断层和现代地壳变形的研究最受重视。

日本、美国和中国等国家的学者在对活动断层划分、性质、规模及其与地震的关系、活动断层位移速率、重复周期、最大剪应变、体积应变等方面的研究中做出了突出的贡献。例如，日本于 1976 年就开始专门组织一个由地质学家、地貌学家和地球物理学家组成的活断层研究组，1980 年出版了《日本活断层及其说明书》。到 1984 年，日本共编制 1:20 万陆地断层图和 1:50 万海底断层图 123 幅，其中对陆地断层按活动程度分为三类：A 类，位移量为 1~10m/ka，B 类，0.1~1m/ka，C 类，0.01~0.1m/ka。并按断层走向、

类型、最大缩短方向、成熟度等标志，找出区域活动断层特征，单位面积中断层长度与单位面积中某类地震、某类烈度区面积的相关性分区，寻找地震与断层的关系。美国学者利用地质、地貌、古地震研究、重复大地测量及地质测年技术对西部地震活跃地带，特别是对著名的圣安得列斯活动断裂构造活动重复周期的推断和对未来断层活动、地震发生部位和时间的预测等方面的研究取得了许多开拓性进展。近年来对美国中部、东部等板内地区的地震构造和现代应力状态的研究也日益深入。1974年开始的美国大陆反射剖面合作集团计划（COCORP）已对美国境内，特别是盆地山岭区、内华达和瓦萨奇高原等现代构造活动区断层的深部位置和产状，以及构造带的动力和演化过程取得了许多新认识。中国学者对活动断层的研究正处于方兴未艾的阶段。自1982年出版《中国活动断裂》一书之后，有关活动断裂研究的文献急剧增加。为了更好地开展国际合作，中国和美国双方于1982年9月商定进行国际活动断层比较研究工作，1983年国际地质对比计划执行局会议正式批准了这一项目，定为IGCP-206项目。将中国境内可可托海—二台断裂、鲜水河断裂、红河断裂、郯庐断裂、鄂尔多斯周边断裂系以及昌马断裂作为该项目的比较断层进行研究。另外还把美国圣安得列斯断裂、瓦萨奇断裂，日本的中央构造线，巴基斯坦第四纪活动构造，新西兰南岛第四纪构造和内卜姆特断裂，以及喜马拉雅山缘活动断裂作为比较项目的研究对象。IGCP-206项目的最终成果是编制全球主要活动断裂图集。1980—1982年中法《喜马拉雅地质构造与地壳上地幔形成演化》合作研究课题，对喜马拉雅和青藏高原的活动构造作了深入的研究。

精密测量技术的提高，活动断裂研究及震源机制解等资料的积累，极大地推动了现代地壳形变的研究。例如，A. A. 尼科诺夫（1977）在重点讨论芬兰—斯堪的纳维亚地台区（即产生冰川地壳均衡作用的典型地区），地震高度活动的中亚造山地带和断裂水平位移明显的加利福尼亚地区的基础上，系统分析和研究了地壳现代垂直的和水平的、缓慢的和快速的、内生的和外生的、构造的和非构造的变形。Minster J. B. 等（1978）利用系统反演法初步量化地模拟了全球板块的现代运动状态。亚洲中部、东部的现代地壳变形则是过去十几年中讨论最多的课题之一，并获得了该区各块体现代运动的一批定量数据。近几年来，新的大地测量技术已被利用来监测几百或几千公里长的基线上的板块运动和变形，而且正在用于连续测量太平洋、纳斯卡、北美、南美、澳大利亚和欧亚板块的相对和绝对运动。大洋岩石圈板内的新构造研究，一直是个薄弱环节。但近年来已有人开始着手研究大西洋、太平洋和菲律宾海等板内的地震活动，并分析其局部与区域构造应力场。

2、一系列新构造综合图件的编制

新构造图是新构造运动研究的主要成果之一。到目前为止，国内外已编成并发表了大量新颖的区域性、洲际性乃至全球性的新构造综合图件。

以H. H. 尼可拉也夫为代表的莫斯科大学新构造运动和地震构造实验室自七十年代以来已编制出多幅大范围的和全球性的新构造综合图件。其中包括：1：500万苏联及邻区新构造图（1979）；1：500万南亚及邻区新构造图（1981）；1：1500万全球新构造图（1984）；以及1：400万苏联新构造教学图（1985）。这些图件按统一的编图原则编制，清楚地显示了地壳的断块和板块构造，表现了构造运动的最新变形及其方向、特征、规模和

分布，表示出了与这些变形时代相同的火山作用。此外，在主图的镶嵌图上还反映了不同地区新构造运动开始的时代与表现最强烈的时代，以及构造应力场、深部均衡作用和地壳厚度等。与第一代新构造图比较，现在这些图件另一个明显的特点是详细地反映了陆洋过渡带和大洋底部的资料。

根据新构造运动资料，特别是现代构造运动资料，前苏联学者还对东欧、哈萨克斯坦、中亚及西伯利亚等地区编制了现代构造运动速度图、梯度图和加速度图。这些图从空间和时间上反映了构造运动的变化特征与趋势，对于理论和实际研究都很有价值。

中国国家地震局在马杏垣教授主持下，于1985年编纂完成的《中国岩石圈动力学图集》为国内外第一部大型地区性岩石圈动力学方面的综合图集。该图集包括序图、地质基础、地球物理和地球化学、新构造变动、地震活动、华北地区专题、各省区地震构造和分区岩石圈动力学特征等八个图组及68幅图件。作为其综合图件的1:400万《中国及邻近海域岩石圈动力学图及说明书》已于1987年出版发行。此外，由国家地震局地质研究所和地震研究所主编1:400万中国卫星影像地震构造图也已出版发行。这些图件系统反映了中国独特的大陆岩石圈结构特征、大陆及其边缘新构造变动特点和地震活动特点。

上述作为基础性成果的新构造综合图件的问世，对于深化新构造理论或实际研究都具有极为重要的作用。前苏联学者Н. И. 尼可拉也夫等还准备编制第三代新构造图，并拟称这类图件为“新动力构造图”或“地球星体新构造图”，以示与过去图件的本质不同。美国地质调查局的Mary Zoback已牵头编制出“世界构造应力场图”。这些图件无疑将进一步揭示地球不同圈层中的最新构造作用、机制、以及地球动力学过程。

3. 新构造运动系统研究的开始

从地球内圈、外圈的相互作用与相互反馈，以及从地内与地外宇宙之间的关系等方面系统地研究新构造运动近年来已成为一个非常令人感兴趣的课题。尽管对某些现象的因果关系还不十分清楚，但人们现已认识到火山活动、地壳变动和气候变化、海面升降之间，及其与地球内圈界面上的运动、甚至与行星—太阳—宇宙过程之间有某种规律性的联系。1977年在瑞典斯德哥尔摩举行的“地球流变学与晚新生代均衡作用”会议，首次集中讨论了冰川活动、海面变化与上地幔、地壳运动之间的相互作用和相互反馈问题。冰川均衡作用早已被认为是更新世冰川覆盖过的地区的现代地壳运动的一种特殊表现形式。而近年来已认识到其影响不仅发生于冰川覆盖地区，而且在冰川外围，海底及大陆架均有它的直接或间接影响，留下了丰富的遗迹。理论上与芬兰—斯堪的纳维亚、北美和周围海域的实际资料都支持这样的结论，即除了与全球气候和海面变化有联系外，局部冰川的负荷或消融以及相应的地壳下沉或隆起，由于引起地球表面负荷分布的变化、引起海面变化造成的水均衡作用，引起地幔软流层的缓慢流动、引起大地水准面的变化，因而具有全球性影响。

水负荷变化也引起地震，这点已为许多水库蓄水后的诱发地震所证实，从而也反映了人类活动对地壳变动某种程度上的干扰。人类工程活动引起现代动力作用复杂性的课题今天已受到越来越多的重视。

地震与包括地球自转、大气、海洋、地磁变化、地极移动、太阳活动乃至宇宙因素

等环境因子的关系讨论在过去二十多年中亦在继续深入，并揭示出了越来越多的现象联系。

显然，地球作为一个巨系统，系统地研究新构造和现代动力作用是其研究的一个主要方向。中国已组织过两次包括地质学、地震学、大气科学、地球物理学、生物学、地理学等多方面学者参加的“天、地、生相互作用关系讨论会”。这种综合性的多学科会议，对于新构造学的发展无疑是有很大帮助的。

4. 新构造学理论的更新

新构造学取得显著进展的另一个重要方面是该学科某些理论和基本概念的更新。

新构造阶段的划分标准：新构造运动形成地表的地形起伏，因此，人们过去习惯将地貌作为划分新构造阶段的唯一标志。但目前已不再使用单纯的“地貌标准”，而是通过地球物理场和地质历史的综合分析，利用在地球全球动力状态发生质变条件下的“地质—构造组合标准”。这种组合包括地史、构造形变、地貌、地球物理、地球化学、沉积旋回、内外力地质作用等综合标志。根据这种组合标准 Н. И. 尼可拉也夫 (1984) 将新构造运动时期的下限划在始新世与渐新世之间。这个界限是对全球大多数地区而言的，至于个别地区，由于研究程度和地质发展历史不同，其下限仍有上下波动。

新构造运动的方向、幅度和速率：认识并肯定了水平运动的重要意义，指出水平运动往往比垂直运动具有更大的幅度，水平运动分量常常是垂直运动分量的数倍或2—3个数量级。但在地球不同深度的圈层中，甚至在不同的地块中，水平运动与垂直运动二者的比值不同。新构造时期大陆区与大洋区在构造上是独立的，大洋区总的趋势为下沉，而大陆区总趋势为隆起。不同方向上的运动速率达到每年1~1.5mm。新构造时期运动速率、强度有变化，总的趋势是日渐强烈。构造运动表现出一定的阶段性特征。在渐新世末、中新世初、中新世后半叶—上新世初、上新世后半叶—更新世，以及全新世时期，构造活动表现最为强烈。这不仅表现在不同等级的构造形变上，而且表现在地球表面总的性质发生改变，引起岩石圈起伏、沉积作用、气候、有机界及地理分带性发生变化等方面，尽管这种逐渐增强的运动在各地区开始的时代和表现最强烈的时代并不完全相同。

新构造运动类型和新构造类型：Н. И. 尼可拉也夫认为，构造运动不仅发生在地壳中，同时还发生在岩石圈、地幔、乃至整个地球体中。地壳运动不全等于构造运动，而仅仅是构造运动的一种类型。他从地球动力学角度出发，将构造运动分为三大类：①分层运动。指发生在不同深度的地球各个层圈中的具有不同成因、不同机制、不同构造形式的运动和地球表面的运动。这种运动还可以再划分出超深层运动（地核、下地幔中）、深层运动（上地幔、软流圈中）、地壳运动、表层运动和外层（外力）运动；②穿层运动。不一定发生在某个确定的层圈中，运动中产生的应力积累与不同深度出现的任何等级的变形（诸如岩浆活动、地震、地壳均衡运动）有关；③超层运动。是一种在宇宙—太阳系—地球体内各因素相互作用下引起地球弹性应力场的变化，从而产生地球体变形的复杂构造运动。

对于新构造类型，Н. И. 尼可拉也夫根据全球资料将其划分为三大等级：第一级构造，按照地壳结构划分，分出大陆型、大洋型和陆洋过渡型三种；第二级构造，根据新构造运动的方向性、反差性、强度差异性以及深部结构划分，如大陆地区分出地台、造

山带和裂谷带类型；第三级构造（或更低级构造），在大陆上根据基底构造与新构造关系划分，在大洋和过渡带中根据水深测量、地球物理测量和深海钻探资料，以地质构造类型和地形单元来划分。同时，根据各类构造的地壳结构在新构造期的演化、改造方向，将它们划分出四种构造成因类型：①破坏型，指那种由于地壳减薄首先是“花岗岩层”减薄而导致大陆壳转变为次陆壳，进而变为大洋壳的构造类型，如大陆裂谷等；②建设型，可分为大洋建设型与大陆建设型。前者表现为在洋中脊裂谷带形成的初始洋壳，后者表现为在原来的大洋或次大洋壳处形成的次大陆—大陆壳，如岛弧等；③再造型，在改造型构造形成或构造宁静期之后，在原已形成的大陆壳上再一次建造大陆建设型构造的类型。其表现为地壳进一步增厚，初始的典型的陆壳进一步形成；④改造型，介于再造型和破坏型之间的类型。它们的地质构造被改造，但地壳结构并未改变。如大陆地台、大洋地台与造山带，过渡带型的次大陆拗陷等。

新构造运动力学系统：将地球看成是一个总系统，其各层圈是不同的子系统。各种因素作用于各子系统，各子系统之间靠能量的流动相联系。在这个系统中，某些因素一旦变化，就打破平衡，造成运动，并趋于新的平衡。新构造运动的发生正是由于动力系统的平衡被强烈打破所致。指出宇宙物质、太阳系、地球星体这三大动力和能量来源。强调包括宇宙与太阳系的作用和人类活动的外动力地质作用，同时强调地球深部构造作用。认为新构造运动的全球性特征反映一种统一的深部作用过程，外动力通过内动力起作用。并根据近年来地球物理和深部地质新资料，提出地球不同层圈的“分层运动”或“构造分层性”的概念。

近三十年来，新构造学研究取得上述如此突出的进展与成就，其原因是多方面的，但看来以下几种原因不能不是它们的主要方面：

（1）技术革命新成果的广泛应用，测量实验和研究手段的空前提高。例如，卫星激光测距（SLR）、超长基线干涉测量（VLBI）、月球激光测距、卫星发射干涉地球测量（SER—IES）、以及近年来开始的全球定位系统（GPS）等观测技术的应用能够将 Arthur Sylvester 开创的近场构造大地测量扩大到大陆与大陆之间、乃至全球的新构造大地测量，并可望对现代岩石圈表面年累计 1 或 2 厘米级精密的水平或垂直运动进行测定；长周期数字化地震台阵和新一代计算机数据处理系统已能做出区域性或全球性的深部构造差异的三维图象；测年手段的多样化与精确化更详细的揭示了地质事件的时间尺度。

（2）与多种边缘学科紧密联系，研究方法多元化、定量化与系统化。新构造学研究除了应用构造地质学、地貌学和大地测量学方法外，近年来还广泛应用地震学、地质年代学、地球物理学、地球化学、遥感地质、空间技术，乃至天文地质学等多种学科的方法和数学模拟，得以从多方面综合系统地分析新构造的事件和规律。

（3）国际间学术研究的加强，一系列大型的国际性和地区性地学合作对比计划的执行与完成。例如，1962—1970 年进行的上地幔计划（UMP），1972—1980 年进行的国际地球动力学计划（IGP），1968—1983 年进行的深海钻探计划（DSDP），现在还在进行的国际岩石圈计划（ILP，1980— ）和国际地质事件对比计划（IGCP，1973— ）

），为新构造学研究提供了新资料，展示了新问题。此外，从六十年代开始一系列国际新构造会议的召开，又进一步推动了新构造学的发展。

(4) “新全球构造”(板块构造)观点的广泛应用,同时还吸收其他构造假说的精华,从而促进了新构造学的发展。

(5) 人类对未来资源和自然灾害的重视。例如,大陆架和大陆坡的海上石油开发使有关大陆与大洋岩石圈之间的界面,新生代沉积盆地下沉与热演化、海面变化全球记录等新资料爆发性增长;而且,新构造学本身在预测地震灾害、环境质量评价等方面具有特殊的作用。

二、新构造学的研究动向

(1) 典型地区新构造运动的综合研究。在某些地区建立“实验场地”,开展对新构造运动、现代地球动力学方面的地质学与地球物理学等项目的系统观测调查。例如,联合国教科文组织经过候选调查,1983年审议选定土耳其的安那托利亚断裂带西部(典型的转换断层区)、希腊的衣奥尼亚诸岛(板块汇聚地区)和澳大利亚西南部(板内地震发生区)作为国际现代地球动力学和地震预报研究实验场地,前苏联在中亚、哈萨克斯坦及远东等地区建立了30多个地球动力学实验场,美国在加利福尼亚州帕克菲尔德(圣安德列斯断层的一段),日本在山崎断层带,中国在滇西也建立了类似的实验场地。这些实验场地将提供系统的地球物理、地形变、地应力、地震学和地球动力学方面的资料。

(2) 进一步加强国际科学合作,对全球的重要造山带和构造带进行有系统的现代地壳形变观测。例如,我国的青藏高原由于印澳板块向北推挤,在短短的三百多万年的时间,由原来高1000m左右的山麓准平原上升至现今五、六千米高度,造成广泛的构造变形。但高原现代的垂直变形与水平变形有多大?至今缺乏高精度的实测数据,因而在进行运动学和动力学分析时,缺少定量参数。因此,国际间合作对重要地区开展现代地壳形变的空技术观测似乎是不可缺少的。

(3) 全新世构造运动和现代构造运动的系统研究与制图。由于与经济建设的紧密联系,全新世和现代构造运动的系统研究与制图受到特别重视,前苏联在1986年1月举行的有关地球现代构造活动和地震问题的19次全苏构造会议将此作为将来研究的主要课题之一,并准备对中亚、克里米亚、高加索、贝加尔等地区详细进行这一方面的研究。

(4) 新一老地质对比。由于地球演化和构造运动都具有总体的方向性,并不是所有地史时期的隆起都可标为新构造期,也不是新构造学确定的所有规律都适用于过去的地质时代。新一老地质对比是十分必要的。

(5) 进行定量的动力预测及岩石圈运动数学模拟的工作将进一步增强与精确化。随着新技术的不断涌现,如长周期数字地震台网和全球定位系统提供高质量的数据,同时,高性能计算机,最佳数学模型和误差分析的应用等,可预料这方面的研究将有迅速的发展。

(6) 深入了解新构造运动中各种动力因素的相互作用与反馈关系,因此,系统研究的方法将进一步加强。