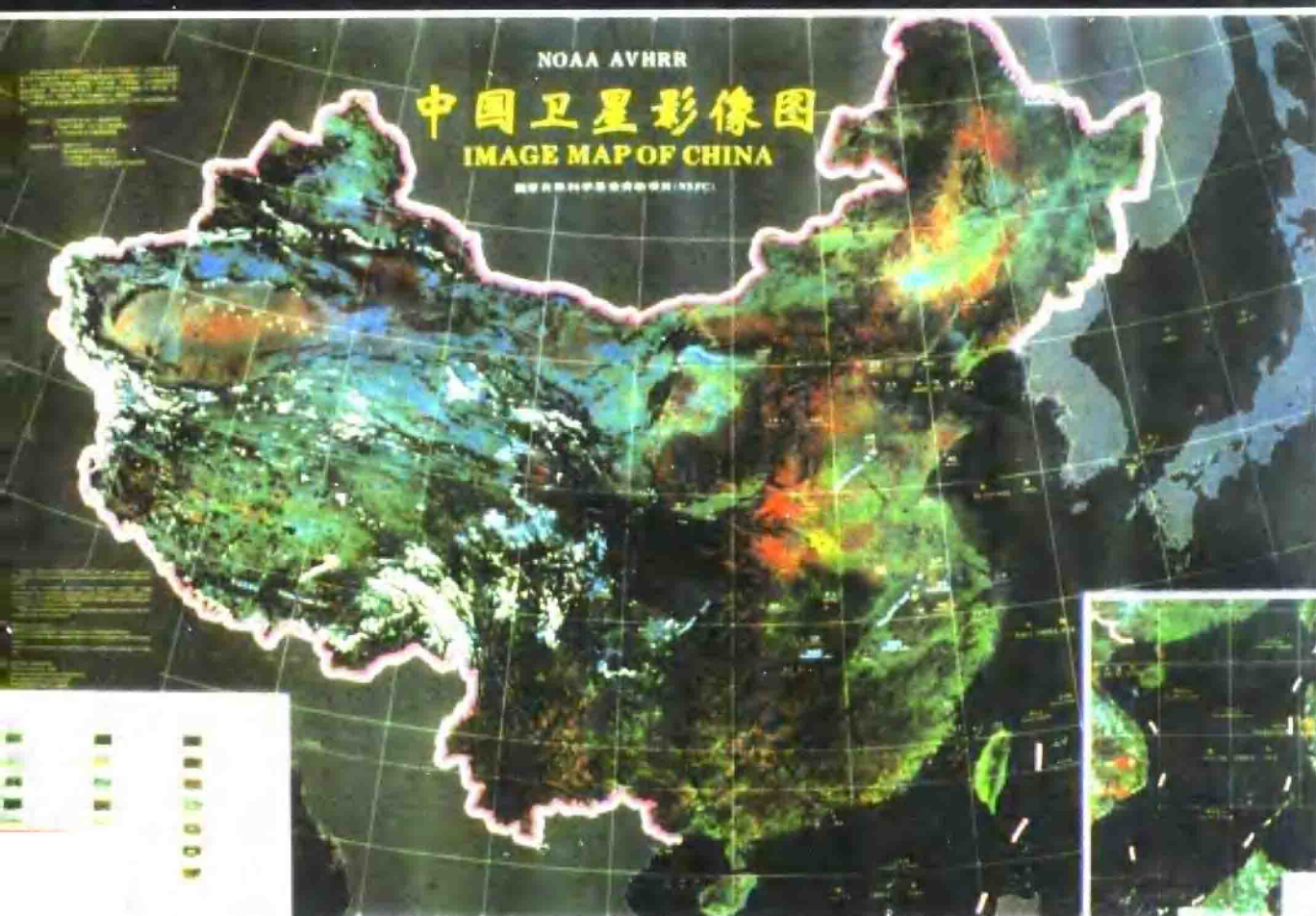


东亚北东向块断构造与 现代地裂运动

高名修 著



地震出版社

东亚北东向块断构造 与现代地裂运动

高名修 著

地震出版社

1995

内 容 简 介

本书是综合国家地震局“中国东部东北-西南地震带”与国家科委“中国东部东北-西南地质灾害带地质背景”两项科研成果的专著。作者不拘泥于传统观念和流行模式,以大量野外地质考察和各种微观动态观测资料为基础,研究以中国东部为代表的东亚晚新生代北东向引张块断构造运动与变形,以及地震和非地震一对孪生构造活动所揭示的现代地裂运动,并探讨了有关大陆动力学问题。本书也是一部对1966—1976年中国东部现代引张构造活动幕与地震和其他相关地质灾害专题研究的一部著作。

本书可供地震、水文地质与工程地质、环境地质、第四纪地质、地质灾害、油气田开采、地热利用以及大陆动力学等领域的科研、工程单位和大专院校参考。

东亚北东向块断构造 与现代地裂运动

高名修 著

责任编辑:李和文

*

地质出版社 出版

北京民族学院南路9号

中国地质大学轻印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 12.5印张 320千字

1995年11月第一版 1995年11月第一次印刷

印数 001—500

ISBN 7-5028-1232-6/P·764

(1654) 定价:23.00元

自序

现代科学技术的发展,使人类有可能从太空更广阔的视野洞察和研究地球。比较行星学告诉我们,地球与自己的卫星月球和其他行星有本质的不同。根本区别在于,那些星球属构造运动早已停息的“死亡”星球,地球则仍保持液态热核、磁场和地壳构造运动,每年数以百万计的大小地震就像地球的“脉搏”,标志着地球的“生命力”。

地壳构造运动涉及地球科学各分支学科,人类赖以生存的环境、矿藏资源与能源,地震、火山以及其他一些地质灾害,无不直接或间接与地壳构造运动有关。因而地壳构造运动观在很大程度上影响着地球科学的发展。事实上,近两个世纪来,研究地壳构造运动一直是地球科学中的核心领域,也是推动地球科学发展最活跃和最积极的领域。60年代,代表新全球构造观的板块构造学说的诞生,建立了新的全球整体活动的地壳构造运动观,并把地壳构造运动研究推向地球动力学研究的新纪元。大陆地球动力学也自然顺理成章成为当代地球科学的前沿课题。

中国大陆地震活动频度之高、强度之大、覆盖面之广,均清楚表明中国大陆是一个现代地壳构造运动显著活动的地区。一方面,地壳构造运动不断改造人类生存的环境,并以地震形式和非地震形式,直接或间接地诱发各种各样的地质灾害,给人类带来深重的灾难;另一方面,显著的地壳构造运动本身又为研究、认识地壳构造运动实质和进而解决大陆动力学课题提供了最佳的场所。近30余年来,在探索解决中国地震问题的实践中,人们已经深刻地体验到源于研究大洋建立的板块构造学说,在解释大陆地壳构造运动与演化中所面临的挑战,期望套用流行的简单模式解决东亚大陆的复杂问题,是不现实的,这已成为许多研究者的共识。

作者不拘泥于传统观念和流行论点,植根于实际资料的沃壤,把晚新生代以来的“静态”变形与现代构造运动的动态结合起来,把地震形式与非地震形式的地壳构造运动统一起来,把点、线、面的运动联系起来,寻求地壳构造运动的规律。特别是如何应用看来是形形色色、杂乱无章甚至似是而非的现象,去伪存真,从中提取现代构造运动的信息,以及把许多地质灾害与非地震形式地壳构造运动联系起来,都是一次大胆的探索。

本书所论及的晚新生代北东向块断构造及其对构造地貌的控制,现代地裂运动及其地震与非地震活动,动平衡调整,以及对东亚大陆晚新生代以来被动受挤压的否定与质疑等,都是当前中国大陆动力学至关重要的课题,也难免引起异议。希望本书的出版不仅能对有关课题的讨论有所促进,同时也对环境地质、水文地质与工程地质、地质灾害、地震以及其他相关领域有所参考。

高名修

1993.7.22

前言

60年代,代表新全球构造观的板块构造学说问世,从活动论整体认识地壳构造运动取得了重大突破。特别是发现具星球规模的全球裂谷系(高名修,1974),证明了与地壳和地幔相互作用为动力和热活动直接有关的地裂运动(taphrogenesis)或裂谷作用(rifting),也是与造山运动相辅相成的一种十分重要的地壳构造运动(高名修等,1983),从而彻底改变了长期以来受冷缩说影响仅关注挤压作用,而忽视引张作用的偏见。板块构造学说莫基于大洋研究,在解释大洋构造运动和演化方面都取得了积极的进展。虽然大陆的演化,也可归结为地裂运动不断分离解体与造山运动不断聚合增生的结果,不过大陆内部的地壳构造运动远较简单模式描绘的要复杂得多,许多细节尚不清楚,即使观测到的大量数据与事实也并非全能得到合理解释。大陆地壳构造运动本质与动力学问题以及与其相关的环境地质、地质灾害、能源与资源等问题,也就顺理成章成为当代地球科学的前沿课题。中国大陆是一个高地震活动、与构造活动相关的多重地质灾害频发的国家,标志着中国也是全球大陆区现代地壳构造运动最活动的地区之一。搞清中国大陆现代地壳构造运动的性质与活动规律,不仅是从根本上解决环境保护,预测与预报地震和有关地质灾害等的关键,也是探索大陆动力学的“前沿阵地”。

一定的现代地壳构造运动体制必然有其相匹配的特征性地壳破裂、变形与构造地貌格局,以及特征性的地震活动一对同源孪生的非地震形式与地震形式的活动显示。研究的实质就是要揭示这一对孪生姊妹的内在联系,以及控制它们活动的地壳构造运动规律及相应的地球动力学过程。从理论上讲,一个地区的活动,应当有与其地壳构造运动和地球动力学过程相适应的“主旋律”。搞清一个地区的“主旋律”,当是解决该地区问题首要的、也是最基本的任务。

当我们面对远离活动板缘的中国大陆,大大小小的地震几乎遍布整个大地,频度之高,强度之大,均为全球大陆之前列。非一眼所能看“透”的地表地质与地貌,令人眼花缭乱!究竟主宰中国大陆地壳构造运动及产生破裂与变形的“主旋律”是什么?虽然中国东部的新华夏构造系被认为是最年轻的活动构造系在人们脑海中留下了深刻的印象,当顺着这一线索考察中国地震活动时,使人困惑的是,地震活动与北北东向的新华夏构造系间的关系并不那么密切。例如华北的地震并不沿太行山边缘分布。80年代初,笔者曾在太行山前北北东向林县大断裂的断崖下,布设单分向轻便地震仪台网观测其活动性,结果与实际地震地质调查结果一样,林县断裂并不活动。这意味着北北东向构造已被更年轻的构造活动系所取代。

早在1959—1960年笔者在中国西部南水北调工程地质调查中(高名修,1962),实际考察甘南与川西北高原边缘高地震活动区时,曾发现一套大致与四川盆地西北边框走向略呈斜交的北 40° — 60° 东断裂系,以及从川西北高原向东南盆地过渡,具北东向成带的构造地貌格局,伴有自天水、武都、文县、平武、松潘,至叠溪的高地震活动带。1961年笔者在研究广东新丰江水库地震与大坝坝址稳定性时,也注意到北 40° — 60° 东断裂系^①,1962年河源6.1级

^① 高名修,1961,广东新丰江大坝坝基工程地质条件及其在地震作用下的稳定性。

地震的Ⅶ度极震区长轴大致作近北50°东,西南相距320余km的阳江,竟出现Ⅴ—Ⅵ度的高烈度异常!7年后,少震的阳江竟发生6.4级地震,极震区长轴也呈北东东。大致平行河源—阳江的北东向闽—粤海岸外海,于1600年、1604年及1605年先后在南澳、泉州和海南岛发生7.0级、8.0级和7¹/₂级大地震。现代和历史的震例提供了东南沿海又一个北40°—60°东断裂系及同方向的构造地貌格局伴有相应的地震活动的佳例。结合笔者在西江流域、三峡东红盆地以及后来在黔中的乌江中游和猫跳河流域、滇东岩溶区、晋南、辽南工程地质研究中,都注意到广泛发育的北40°—60°东断裂系。而且这套断裂具有较好的导水性、导油性以及有利于地下岩溶的发育,意味着是一套张性破裂系统,至少最新活动是张性的。这套北东向的断裂在中国东部分布相当广泛,最新活动显较北北东新华夏构造系新,至今仍较活动。

1966—1976年在中国大陆又发生一轮新的高地震活动,在短短的10年间,竟发生了大于7.0级的地震12次。频度之高,强度之大,波及面之广均属史所罕见。特别是主要地震活动自西南边陲至东北中俄边境,清楚地描绘出一条斜穿中国大陆的活动构造带(高名修,1986,1987,1990; Gao, 1986)^①。随着空间技术的发展,通过卫星影像能够从更广阔的视野观察构造地貌与构造格局,可以从另一个视角看到中国东部,乃至东亚大陆在很大程度上已经和正在受到北50°东左右(北40°—60°东)构造系统的改造。不仅地震活动,而且滑坡、泥石流,以及某些地方病均显示有明显相关。搞清北东向构造与现代地壳构造运动的性质无疑是揭示“主旋律”之谜的症结所在。

本专著基于近30年来大量直接和间接研究新生代以来的“静态”变形,结合60年代以来大量实测地震形式与非地震形式的现代地壳构造运动的动态资料,综合研究中国东部现代地壳构造运动的“主旋律”与有关的大陆动力学问题。受研究程度的局限,本专著主要研究似东亚脊梁分开太平洋和印度洋水系与北冰洋水系的北东向巨型分水岭以东的中国东部。以下简称该分水岭为主分水岭,其自西藏西部西南延入印度,东北延经蒙古肯特山,至俄罗斯斯塔诺沃依山脉,故大致包括藏南纳木湖、青海的青海湖与内蒙呼伦贝尔湖一线以东的领域。

这里把地震和某些有关的地质灾害都作为一种地质现象,确切的说是地壳构造运动的一种表现形式。这就是不把地震视为一种孤立的事件,而是纳入总体的、运动的地质演化进程,作为其一个组成部分,立足于直观反映地表变形、破坏与运动的形形色色的现象和事实,透过看来是杂乱无章的、分散的,但是确凿的信息,寻求其内在的、统一的联系和规律。由于地学领域涉及面之广、未知数之多,决定了目前不可能用精确的方法描述其物理过程,而只能从地质学的角度,通过综合分析和逻辑推理促进认识的深化。这在一定程度上还是定性的,但眼下从整体认识中国大陆地壳构造运动,及其与地震和有关地质灾害间的内在联系与活动规律,仍是迫切需要的。

全书由四篇十二章组成。第一篇一至三章讨论中国东部晚新生代地裂运动与北东向块断变形^②,论证了晚新生代地壳构造运动在早第三纪末的喜马拉雅挤压运动后,转入了完全不同的引张块断构造运动体制,以及其演化的主要阶段和伴生岩浆活动等;讨论了中国境内的中、晚更新世东亚巨型北东向线性构造,以及受其控制的构造地貌特征。第二篇四至六章论述北东向块断构造与地震活动的关系,讨论了1966—1976年高活动期的主活动断裂带及辅助活动

① 高名修,1978,中国地震带及其板块构造意义,北京地质学会专题报告会。

② 块断(block-faulting)是指张性的正断层与地堑、地垒式构造,区别于非张性的断块构造(fault block)。

带等，北东向断裂的控震与发震问题，以及块断构造活动所显示的某些地震活动规律。第三篇七至十章着重研究北东向块断构造的非地震形式的现代地裂构造运动，包括地表地裂缝活动，人感地动，地下洞室以及边坡失稳，地下流体动态失衡，特征性地球化学场，以及大地形变测量揭示的块断变形等。第四篇十一至十二章探讨了北东向块断构造的地球动力学背景与有关问题，论证了北东向块断构造的引张应力场性质、其深部构造背景，以及有关大陆地球动力学问题。

本书是在高名修与高文学承担的国家地震局“七五”资助项目“东北-西南地震带”，以及高名修承担的国家科委资助项目“中国东部东北-西南地质灾害带地质背景”两专题研究基础上完成的成果。感谢张存德、向家翠、张大维、殷秀华、刘占波、武冀新、陈淑海、马枚野、谭先锋、王志敏、丁玉明、吕志毅、唐汉军、杨哲、侯建军、韩慕康、刘锡大和程汝楠等不同程度的参加了第一专题的部分工作，有关成果在吸收入本书时，在相应部分注明了原作者。感谢郑怡教授对本书的帮助，以及感谢国家科学技术委员会邵立勤高工对研究工作的支持和国家地震局地震基金会对本书出版的经费资助。

希望本书的出版能为中国大陆动力学研究、第四纪和环境地质、探索地震成因与地震预报、工程地震以及研究水文地质与工程地质、地质灾害，矿山地质、乃至石油与天然气勘探提供某些参考。

目 录

自序	(1)
前言	(3)

第一篇 中国东部北东向块断变形与晚新生代地裂运动

第一章 中国东部晚新生代地裂运动	(1)
第一节 新生代两代性质截然不同的地壳构造运动与变形	(1)
一、上新世前区域挤压构造运动与变形	(1)
二、晚第三纪早期统一剥夷面的形成与第三纪区域不整合	(3)
三、晚第三纪晚期以来的块断构造运动与变形	(4)
第二节 晚新生代地裂运动的四个主要演化阶段	(4)
一、统一剥夷面块断破裂与盆地演化阶段	(4)
二、统一剥夷面块断分裂解体与北东向块断构造地貌格局形成阶段	(5)
三、断块大幅度差异升降运动与水文网形成阶段	(6)
四、水文网改造与现代块断构造地貌成型阶段	(6)
第三节 晚新生代地裂运动伴生的岩浆活动	(7)
一、岩浆活动的时间分布	(7)
二、火山熔岩的空间分布	(8)
三、晚新生代火山岩的岩性特征及其构造环境	(9)
第二章 中国东部巨型北东向线性构造与断裂系	(11)
第一节 巨型北东向线性构造	(11)
一、线性构造的基本特征	(11)
二、中国东部巨型北东向线性构造带	(11)
第二节 巨型北东向线性构造切断其他方向的构造带	(18)
一、切断东西向纬向构造带	(19)
二、切断北北东向新华夏构造带	(19)
三、切断南北向经向构造带	(19)
四、切断北西向构造带	(19)
第三节 巨型北东向线性构造对盆地的控制与改造	(20)
一、半地堑 (或地堑盆地)	(20)
二、坝式盆地	(20)
三、坝式-半地堑 (地堑) 盆地	(21)
四、叠置半地堑盆地	(22)
五、派生盆地	(23)
第四节 巨型北东向线性构造对火山熔岩喷发的控制	(24)
一、火山熔岩带与北东向线性构造关系密切	(24)
二、火山锥排列的优势方向与北东向线性构造一致	(24)
三、火山喷发和热溢出直接与北东向断裂有关	(24)
四、温泉分布与北东向断裂相关	(27)

第五节 巨型北东向线性构造断裂系在全球构造中的意义	(27)
一、东北-西南向系全球断裂优势走向之一	(27)
二、东北-西南向断裂系具星球规模	(27)
三、全球东北-西南向断裂系的成因问题	(27)
第三章 东亚主分水岭以东北东向块断构造地貌与水系	(30)
第一节 东亚主分水岭以东北东向块断构造地貌	(30)
一、东喜马拉雅山-阴山-高大兴安岭块断隆起带 (I_1)	(31)
二、察隅谷盆-若尔盖草地-嫩江平原块断下降带 (I_1)	(31)
三、横断山-五台山-对面山块断隆起带 (I_2)	(33)
四、长江上游-黄河下游-松花江下游块断下降带 (I_2)	(33)
五、无量山-武当山-长白山块断隆起带 (I_3)	(36)
六、滇黔溶原-湘鄂湖区-淮河平原块断下降带 (I_3)	(36)
七、元宝山-幕阜山-天柱山块断隆起带 (I_4), 红水河中游-湘江-长江下游块断下降带 (I_4) 与 大瑶山-武功山-黄山块断隆起带 (I_5)	(37)
八、廉江-章水-富春江块断下降带 (I_5), 五指山-戴云山-括苍山块断隆起带 (I_6) 与台湾海峡- 南海大陆架块断下降带 (I_6)	(38)
第二节 北东向块断构造地貌格局对水文网的控制	(39)
一、块断作用影响水文网发育的基本要素	(39)
二、北东向块断构造地貌对水系的控制	(40)
三、北东向块断梳状水系	(41)

第二篇 地震活动揭示的中国东部现代地裂运动

第四章 巨型北东向线性构造控震与地震活动时、空相关	(43)
第一节 西南-东北地震构造带的边界线性构造控震活动	(46)
一、贡山-霍县-前郭与中甸-三河-哈尔滨线性构造带在大地震活动期的活动	(46)
二、南定河-黄河-挠力河线性构造带在大地震活动期的活动	(47)
第二节 西南-东北地震构造带对邢台和唐山地震的控制	(51)
一、碧江-唐山-佳木斯线性构造带对邢台地震活动的控制	(52)
二、碧江-唐山-佳木斯线性构造带对唐山地震活动的控制	(56)
三、邢台和唐山地震前、后沿碧江-唐山-佳木斯线性构造带的地震活动	(57)
第三节 西南-东北地震构造带对大关、海城和龙陵地震的控制	(59)
一、龙陵-薄壁-亚布力与凤庆-西峡-勃利线性构造带对大关地震的控制	(59)
二、龙陵-薄壁-亚布力与凤庆-西峡-勃利线性构造带对海城地震的控制	(61)
三、龙陵-薄壁-亚布力与凤庆-西峡-勃利线性构造带对龙陵地震的控制	(61)
第四节 西南-东北地震构造带内其他线性构造带的辅助活动	(62)
一、维西-华县-鹤岗线性构造带的辅助活动	(62)
二、泸水-灵宝-绥滨线性构造带的辅助活动	(63)
三、腾冲-磁县-富锦线性构造带的辅助活动	(64)
第五节 其他地震构造带的地震活动	(65)
一、藏东-内蒙地震构造带地震活动概况	(65)
二、滇东南-黄海地震构造带地震活动概况	(67)

三、北部湾-长江口地震构造带地震活动概况	(67)
四、东南沿海地震构造带地震活动概况	(67)
第五章 巨型北东向线性构造控震与发震构造的关系	(69)
第一节 发震构造的三种基本类型	(69)
一、发震构造与控震构造一致	(69)
二、发震构造与控震构造不一致	(69)
三、双重或多重发震构造	(71)
第二节 现代块断构造活动区的地震断层	(72)
一、地震断层的发生与震级相关	(72)
二、地震断层与发震构造类型相关	(73)
三、地震断层的力学性质	(73)
四、地震断层的长度	(75)
第三节 大于等于 7.4 级大地震的发震构造背景	(75)
一、北东向线性构造为大震发生的基本前提	(76)
二、大震发生在北东向线性构造与其他方向构造带交截部位	(77)
三、发震构造与被交截构造带的活动性相关	(78)
第六章 现代块断构造区与地震活动的某些规律	(79)
第一节 块断构造作用的持续性与强震孕育的长期性和阶段性	(79)
一、前震活动的长期性与阶段性	(79)
二、1879 年甘南武都 8.0 级大震对 1966—1976 年九组强震活动区的影响	(81)
三、高地震活动期西南-东北主活动地震构造带地震活动的阶段性	(82)
第二节 块断构造破裂特征与地震不重复和地震迁移	(82)
一、 $M \geq 7.0$ 级地震一般无重复现象	(82)
二、断裂带连续破裂与震中迁移	(83)
第三节 块断地壳构造运动动平衡调整与大范围地震活动时、空相关	(84)
一、动平衡调整是块断构造运动的一种基本属性	(85)
二、动平衡调整的动态表现形式	(85)
三、动平衡调整的空间域	(86)

第三篇 非地震活动揭示的中国东部现代地裂运动

第七章 表层构造活动与失稳	(90)
第一节 张性构造地裂缝活动	(90)
一、构造地裂缝活动实例	(90)
二、构造地裂缝的基本特征与属性	(94)
三、非震与地震张性构造地裂缝对比	(95)
第二节 人感低频振动与断层蠕动	(97)
一、主要人感地动事件的空间分布与地质构造背景	(97)
二、人感地动的属性与活动特征	(98)
三、人感地动与构造运动同步的某些证据	(98)
第三节 地下硐室、矿井等岩体失稳	(99)
一、地下岩体失稳是断块块断活动的直接结果	(99)

二、地下岩体失稳与区域块断构造运动有关	(100)
第四节 边坡失稳	(103)
一、边坡失稳具有与北东向块断构造地貌相关的成带性	(103)
二、边坡失稳大区域群发与区域块断构造活动相关	(103)
三、三峡地区边坡失稳与构造运动相关的剖析	(106)
四、震前边坡失稳	(107)
第八章 地下流体动态失衡	(110)
第一节 大震前地下流体某些特征性动态失衡现象	(110)
一、区域性地下流体流量损耗与动水位下降	(110)
二、石油井流体产量大幅度增减不协调波动	(112)
三、地下流体组分和理化参量变化	(114)
四、地下流体三维空间动平衡调整	(115)
第二节 地下流体动态失衡取决于导水性的变动	(115)
一、相同附加构造力作用下地下流体动态失衡不均一性	(115)
二、地下流体产量变化受导水性变动影响	(116)
三、枯井自喷揭示导水性变动对地下流体动态失衡的控制	(117)
四、改变导水性影响地下流体失衡的验证	(118)
第三节 现代地裂运动是导致区域性导水性变动的主因	(120)
一、已有断裂受引张张弛作用引起裂隙导水性变动	(121)
二、区域引张构造作用导致大范围地下流体失衡实例	(122)
三、唐山地震前后大范围地下流体动态失衡是地裂运动的结果	(123)
第九章 现代地裂运动伴生的地球化学场特征	(125)
第一节 中国东部一条以低硒为特征的北东向统一构造——地球化学带	(125)
一、克山病所揭示的低硒统一构造——地球化学带	(125)
二、统一构造——地球化学带的其他地球化学特征	(127)
第二节 统一北东向构造——地球化学带的高氟异常	(130)
一、高氟地方病的空间分布总体与北东向块断构造地貌一致	(130)
二、块断构造张性开放断裂系有利于氟离子运移富集	(130)
三、与块断构造活动相关的氟不稳定性	(132)
第三节 统一北东向构造——地球化学带的高 CO ₂ 释放	(132)
一、引张块断构造活动区有利于 CO ₂ 释放	(132)
二、高地震活动期间伴有大范围 CO ₂ 大释放	(132)
三、CO ₂ 主要通过张性断裂开启逸出	(134)
第十章 大地形变测量揭示的块断运动与变形	(136)
第一节 现代垂直形变与北东向块断构造地貌对比	(136)
一、北东向块断构造地貌在现代地壳垂直运动中的反映	(136)
二、北东向形变带与其他方向形变带交截关系	(136)
三、北东向块断构造现代活动新貌	(138)
第二节 形变测量剖面揭示的块断构造活动	(138)
一、华北地区的块断构造活动	(138)
二、西南地区的块断构造活动	(140)

第三节 地震断层的块断构造活动·····	(141)
一、华北地区地震断层块断活动典例·····	(141)
二、西南地区地震断层块断活动典例·····	(141)
第四篇 北东向块断构造现代地裂运动有关大陆动力学问题	
第十一章 北东向块断构造的引张应力场·····	(142)
第一节 非测震方法获得的引张应力场信息·····	(142)
一、梳状水文网与中更新世以来的引张应力场·····	(142)
二、地震断层与构造地裂缝活动揭示的引张应力场·····	(142)
三、三角网测量提供的引张应力轴向·····	(145)
第二节 震源机制解获得的引张应力场信息·····	(145)
一、资料选取·····	(145)
二、震源机制解结果·····	(146)
三、震源机制解得到的引张应力场·····	(146)
第十二章 北东向块断构造的深部背景与有关动力学问题·····	(149)
第一节 北东向块断构造的地壳与上地幔特征·····	(149)
一、深地震测深提供的地壳与上地幔顶部结构特征·····	(149)
二、中国东部磁性地壳可能存在一条东北-西南向破裂带·····	(152)
三、上地幔北东向低密度与剩余重力异常带·····	(152)
四、深层地幔结构特征·····	(154)
第二节 西南-东北地震构造带的深部动力学背景·····	(155)
一、地磁场波动与北东向磁性地壳破裂带的活动·····	(155)
二、重力场不稳定与块断构造活动·····	(155)
三、与地震活动相关的深源物质运移的某些信息·····	(157)
四、西南-东北地震构造带的板块构造性质·····	(158)
第三节 中国东部大陆向洋运动否定太平洋板块挤压东亚大陆·····	(158)
一、日本小板块双向消减与大陆向洋运动·····	(158)
二、西南日本海沟地震与大陆向洋消减·····	(159)
三、台湾的向洋消减与大陆向洋运动·····	(160)
四、菲律宾群岛双向消减与大陆向洋运动·····	(160)
第四节 亚洲大陆动力源来自印度板块被动挤压设想质疑·····	(161)
一、青藏高原与喜马拉雅构造带新生代两代不同的变形与地球动力源·····	(162)
二、印度次大陆向亚洲大陆壳俯冲模式质疑·····	(165)
三、喜马拉雅现代地壳构造运动量级偏低·····	(167)
第五节 东亚地裂运动可能的主动驱动源探讨·····	(169)
一、地幔对流驱动中国大陆向洋运动的可能性·····	(169)
二、大地水准面变形提供动力源的可能性·····	(169)
三、深层热动力源可能性·····	(170)
参考文献·····	(171)
英文摘要·····	(181)

CONTENTS

PREFACE	(1)
FORWORD	(3)

Part I LATE CENOZOIC TAPHROGENESIS AND NORTHEASTERN BLOCK FAULTING DEFORMATION IN EAST CHINA

CHAPTER 1 LATE CENOZOIC TAPHROGENESIS IN EAST CHINA	(1)
1-1 Two generations of tectonism and deformation with quite different mechanical attributes	(1)
1-2 Four main evolutionary periods of Late Cenozoic taphrogenesis	(4)
1-3 Magmatism related to Late Cenozoic taphrogenesis	(7)
CHAPTER 2 THE NORTHEASTERN MEGALINEAMENT IN EAST CHINA ...	(11)
2-1 The northeastern megalineament	(11)
2-2 Previous existed tectonic zones transected by the northeastern megalineaments	(18)
2-3 Basins controlled and reformed by the northeastern megalineaments	(20)
2-4 Volcanism controlled by the northeastern megalineaments	(24)
2-5 Significance of the northeastern megalineament in the global tectonics	(27)
CHAPTER 3 THE NORTHEASTERN BLOCK FAULTING TECTONOMORPHO- LOGY AND WATER SYSTEM IN EAST CHINA	(30)
3-1 The northeastern block faulting tectonomorphology	(31)
3-2 The water system controlled by the northeastern block faulting	(39)

Part I RECENT TAPHROGENESIS MANIFASTED BY EARTHQUAKES IN EAST CHINA

CHAPTER 4 EARTHQUAKE-CONTROLLING OF THE NORTHEASTERN ME- GALINEAMENT AND SPACE-TIME CORRELATION OF EARTH- QUAKE ACTIVITY	(43)
4-1 Earthquake-controlling activity of the marginal lineament zones of the main active Southwest-Northeast Seismotectonic Zone	(46)
4-2 Control of the main active Southwest-Northeast Seismotectonic Zone for the earthquakes of Xingtai ($M=7.2$) and Tangshan ($M=7.8$)	(51)
4-3 Control of the main active Southwest-Northeast Seismotectonic Zone for the earthquakes of Daguan ($M=7.1$), Haicheng ($M=7.3$) and Longling ($M=$ $7.3, 7.4$)	(59)

4-4	Assistant activity of the other megalineament zones within the main active Southwest-Northeast Seismotectonic Zone	(62)
4-5	Earthquake activity of the other seismotectonic zones	(65)
CHAPTER 5 THE RELATIONSHIP BETWEEN EARTHQUAKE-CONTROLLING TECTONICS, THE NORTHEASTERN MEGALINEAMENT, AND EARTHQUAKE-GENERATING STRUCTURE		
5-1	Three basic patterns of the earthquake-generating structure	(69)
5-2	Earthquake faults in the active regions of the recent block faulting	(72)
5-3	The setting of earthquake-generating structure for the major earthquakes with $M \geq 7.4$	(75)
CHAPTER 6 SOME REGULARITIES OF THE EARTHQUAKE ACTIVITY IN THE ACTIVE REGIONS OF RECENT BLOCK FAULTING		
6-1	Long-term and multistage for pregnant with major earthquake derived from continued block faulting	(79)
6-2	The broken features of the block faulting and the natures of earthquake unrecurrence and migration	(82)
6-3	Dynamic equilibrium adjustment of block faulting tectonism and space-time correlation among earthquakes in a large range	(84)

Part II RECENT TAPHROGENESIS IN EAST CHINA MENIFASTED BY ASEISMIC ACTIVITIES

CHAPTER 7 ACTIVITIES AND DESTABILIZATIONS OF SURFACE STRUCTURES		
7-1	Extensional activities of tectonic ground cracks	(90)
7-2	Felt ground vibration with lower amplitude	(94)
7-3	Destability of the rock masses at underground room and pits	(99)
7-4	Destability of slopes	(103)
CHAPTER 8 DYNAMIC UNBALANCE OF THE GROUND FLUID		
8-1	Some characteristic phenomena of dynamic unbalance of the ground fluid before a major earthquake	(110)
8-2	Dynamic unbalance of the ground fluid depended on the change of the transmissibility	(115)
8-3	The main cause related to the change of the transmissibility is recent taphrogenesis	(120)
CHAPTER 9 THE FEATURES OF GEOCHEMICAL FIELDS ASSOCIATED WITH RECENT TAPHROGENESIS		
9-1	The unified tectonogeochemical zone trending northeast-southwest characterized by deficient selenium in East China	(125)
9-2	High fluorine anomaly of the unified tectonogeochemical zone trending north-	

east-southwest	(130)
9-3 High release of carbon dioxide of the unified tectonogeochemical zone trend- ing northeast-southwest	(132)
CHAPTER 10 THE BLOCK FAULTING AND THE DEFORMATION REVEALED BY GEODETIC SURVEYING	(136)
10-1 Recent vertical deformation and block faulted tectonomorphology	(136)
10-2 Block faulting activity revealed by surveying sections	(138)
10-3 Block faulting of earthquake faults	(141)
 Part IV PROBLEMS OF CONTINENTAL DYNAMICS RELATED TO RE- CENT TAPHROGENESIS OF THE NORTHEASTERN BLOCK FAULTING	
CHAPTER 11 EXTENSIONAL STRESS FIELD RELATED TO THE NORTHEA- STERN BLOCK FAULTING	(142)
11-1 Information of the extensional stress field from aseismic data	(142)
11-2 Information of the extensional stress field from earthquake mechanism results	(145)
CHAPTER 12 DEEP-SEATED GEOLOGICAL SETTING OF THE NORTHEA- STERN BLOCK FAULTING AND RELATED DYNAMIC PROBLEMS	(149)
12-1 The features of the crust and upper mantle for the northeastern block faulting	(149)
12-2 Deep-seated dynamic setting for the Southwest-Northeast seismic zone	(155)
12-3 The supposition on the subduction of the Pacific Plate provides passive com- pression for the Asian continent is not supported by the ocean-ward movement for the continent	(158)
12-4 The question for the supposition on the dynamic source of the Asian continent coming from passive compression of the Indian Plate	(161)
12-5 A discussion on possible active driving source for the taphrogenesis in East China	(169)
REFERENCES	(171)
ABSTRACT	(181)

第一篇 中国东部北东向块断变形与晚新生代地裂运动

第一章 中国东部晚新生代地裂运动

晚新生代以来的构造运动与变形,是地震活动的舞台,地震的发生则是现代地壳构造运动的直接结果。研究晚新生代以来的地壳运动与变形无疑是认识现代地壳构造运动的基础。

第一节 新生代两代性质截然不同的地壳构造运动与变形

中国东部的新生界十分清晰地记录了两代性质截然不同的地壳变形,代表两类不同地壳构造运动与受力作用的产物。老第三系及其以前的地层均遭受到不同程度的挤压变形,而新第三系与第四系则未再受到区域挤压作用,一般表现为块断变形,伴以张性盆地的发育与岩浆活动。两者有明显的区域不整合和剥夷面分开,早、晚第三纪盆地的发育和空间位置也多不连续,一致反映在新生代时期两个不同演化阶段的两种地壳构造运动的产物。

一、上新世前区域挤压构造运动与变形

中国东部的老第三系及其以前的岩系均遭到不同程度挤压变形,在川、滇西部甚至卷入了显著的挤压褶皱与冲断作用和低角推覆构造。从全球构造的角度考察,早、晚第三纪间的地壳变动不仅沿阿尔卑斯-喜马拉雅-印度尼西亚和环太平洋构造带,同时也在大陆地区,总之是全球性的活动。并至少可识别出两个大范围可对比的时期,一是53.5Ma到37.5Ma的始新世时期,全球性的一系列构造事件发生在这一时期。印度和欧亚板块约在55—40Ma开始碰撞即最主要的事件之一。再就是30—25Ma之间,渐新世到渐新世末与中新世(Dott Jr., 1969; Molnar et al., 1975; Rona et al., 1978; Schwan, 1980)。

中国东部在早、晚第三纪之间,始新世直到中新世期间经历了一次重要的,也是最后一次不同程度的区域性地壳挤压变形,从那时以后,整个区域地壳构造运动完全转变为与前期挤压构造有本质不同的新的地裂构造运动与块断变形。

西南地区中生代至早第三纪地层基本连续无明显区域性角度不整合,如滇西红层。但该套地层已遭到强烈的褶皱与冲断变形(图1-1),普遍发育飞来峰构造(图1-2)。以滇西金沙江、澜沧江和怒江三江地区为代表,强烈褶皱发生在早、中始新世之后(崔广振等, 1985)。四川盆地西缘龙门山地区的逆掩推覆飞来峰构造,过去误认为白垩纪和早第三纪间的四川运动,新区测资料表明也在早、晚第三纪之间(赵友年等, 1984; 吴承业等, 1985),这也是四川盆地的主要构造变形时期,其实这次变动遍及西南地区。

西秦岭、天水、武都以及六盘山地区的老第三系也发生了褶曲变形伴以古生代地层的冲断作用,不过变形程度已明显减弱。晋、冀、陕交界一带的早第三纪盆地中的老第三系褶皱、断裂也大体类似。直到东北早第三纪依兰-伊通地堑,在早第三纪末也发生褶曲,抚顺煤田老

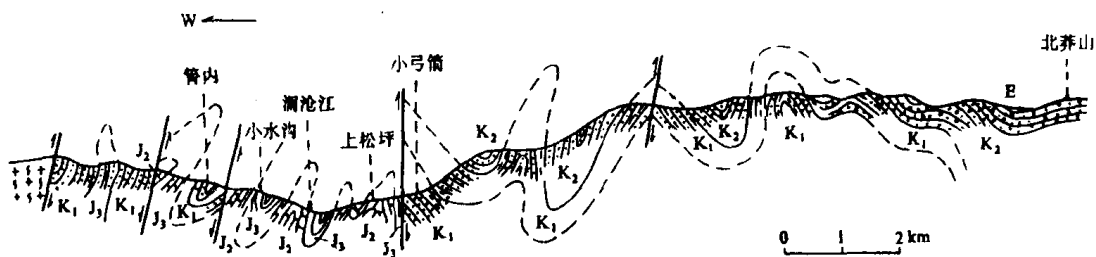


图 1-1 滇西晚中生代-早新生代地层强烈褶皱与冲断，被卷入的最新地层为早、中始新统（据张根峰等，1978）

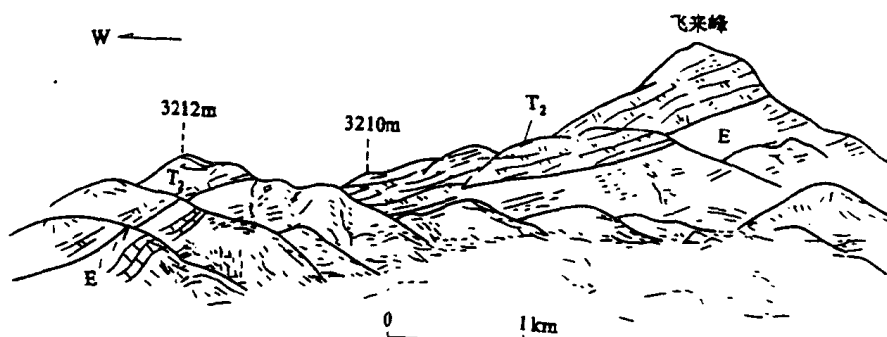


图 1-2 滇西鹤庆石宝山剖面（据云南省地质局鹤庆幅 1:20 万地质报告）

地层逆推到抚顺煤系 (E_2) 上 (图 1-3)，松辽盆地的老第三系也有轻度变形 (杨继良，1983)。其实，松辽盆地、下辽河盆地、渤海湾、华北平原、江汉平原、苏北平原、直到华南红盆地等，代表晚中生代-早新生代活动大陆边缘的弧后引张盆地，在早第三纪后均遭到不同程度的挤压收缩变形 (图 1-4)、隆起并结束红盆地生命 (高名修，1983)。

老第三系的挤压变形，代表席卷中国东部的一次区域性挤压作用。其发动时间在中、晚始新世间，可持续到中新世中、晚期，川、滇西部均有中新统挤压变形与受到推覆的例证。这与 45Ma 前后发生过印度

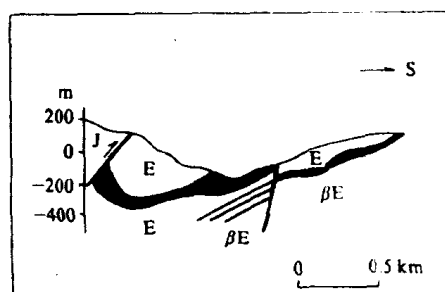


图 1-3 辽宁抚顺西露天煤矿老第三系煤层变形剖面 (据抚顺矿务局)

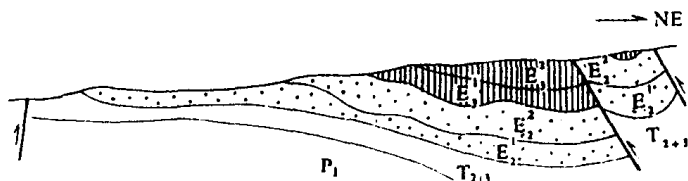


图 1-4 广西老第三系褶曲冲断 (据石油部)

板块与亚洲大陆的碰撞 (Molnar et al., 1975)，以及喜马拉雅地区中、晚始新世间和中新世两期挤压 (Gansser, 1981) 在时间上是一致的。最近证明在中、北琉球群岛晚中新世前，有过一次强烈的造山挤压褶皱，轻度变质的晚古生代-早中生代 (P-T) 地