

IGCP 第206项——全球主要活断层特性的对比

中国活断层图集

IGCP 第206项中国工作组

地震出版社 西安地图出版社

1989



58.5492074



IGCP 第206项——全球主要活断层特性的对比

中国活断层图集

IGCP第206项中国工作组



RAW 91/01

地震出版社 西安地图出版社

1989

20774

责任编辑 蒋浩旋 任 健 陈莱棣
制印工艺设计 潘培军
封面题字 丁国瑜
封面设计 孙 彤

IGCP第206项—全球
主要活断层特性的对比

中国活断层图集

IGCP第206项中国工作组

地质出版社 出版
地质出版社

西安地图出版社制图印刷

787×1092 1/5开 331印张

1989年12月第一版 1989年12月第一次印刷

印数：0001—1300

ISBN 7-5028-0265-7/P·168

定价：160元

主 编
副 主 编
编 委

丁国瑜
张裕明 方仲景

(以姓氏笔划为序)

丁国瑜	邓天岗	方仲景	戈澍谟	龙德雄
朱世龙	汤有标	孙 彤	汪一鹏	宋方敏
张安良	张裕明	李家灵	李裕彻	何希虎
吴景峰	杨铁鹰	胡 政	柏美祥	侯珍清
郭敬信	韩 源	喻克智	谢瑞征	廖玉华
魏顺民				

制图设计
制 图

孙 彤
吕 丽 吕金霞 刘殿明 黄剑文

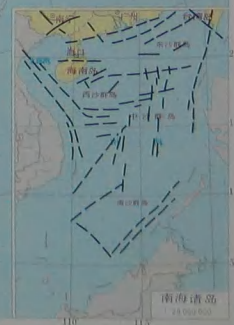
中国活断层分布图

1:14 000 000

0 100 200 300 400 500 600 700 km



- 正断层
- 逆断层
- 走滑断层
- 性质未分或未知断层
- 本图中研究的活断层
- ① 郿河活断层
- ② 鄂尔多斯块体活断层
- ③ 红河活断层
- ④ 澜沧江活断层
- ⑤ 昌瓦—邦达活断层
- ⑥ 阿尔金山活断层
- ⑦ 可可托海—二台活断层



编图：丁国瑞

前 言

(一)

国际地质对比计划 (IGCP) 是联合国教科文组织 (UNESCO) 和国际地质科学联合会 (IUGS) 共同组织的一项大规模的国际间地质合作研究项目。它选定了一系列具有重要意义的地质学专题广泛组织国际间的合作与交流。到目前, 进行过和正进行着的国际地质对比研究项目已达二百多项。我国已于1980年建立了中国国际地质对比计划全国委员会, 并积极参与和主持了多项国际地质对比计划工作。为了进一步推进我国活动构造、地震预报、工程地震等方面的研究工作, 1981年国家地震局高文学教授向我国IGCP全国委员会提出了建立“全球活断层及其地震活动性比较研究”项目的建议。提出这一建议的目的, 是由于在地球科学中活断层的研究无论在理论上还是在实际中都具有重要的意义。对活断层的研究是当今世界上许多地区研究的重点课题之一。这些研究为认识构造作用的性质、构造活动的速率、地震成因与预报、地震危险性判定等提供了十分重要的见解, 同时也是进一步解决这一系列科学问题的关键所在。目前对单个活断层的研究尽管很多, 可是由于研究的目的与方法的不同, 还十分缺乏横向的综合研究与交流。开展全球各地活断层的对比分析将会对上述一系列问题的解决起到重要的促进作用。这一建议得到了中国委员会的积极支持, 由其向IGCP执行局正式提出, 并很快得到了当时IGCP执行局科学委员会主席A. W. Bally的积极响应。1982年9月中国的丁国瑜、张裕明与美国的R. Wallace、R. Bucknam就如何开展这一项目在北京进行了讨论, 双方同意共同负责推进该项目的组织, 并决定起草项目建议书报IGCP执行局。1983年2月IGCP执行局会议正式批准了这一项目的计划, 作为IGCP的第206号项目, 进行时间为5年, 由美国的R. Bucknam及中国的丁国瑜、张裕明共同担任项目主席。IGCP科学委员会认为“这一项目是IGCP第一份论述地震灾害的建议书。活断层的对比, 对充分估价我们的地球当前的动力状态是十分重要的。这个项目的最终将提高我们评价地震危险的能力”。在酝酿如何具体组织这一项目的过程中, 马杏垣教授、C. Allen教授和R. Wallace教授等曾为推动这一项目的实现提出了许多重要的建议, 作出了积极的贡献。

这一项目的任务和目的是积极地吸引各国从事活断层研究的科学家参加这一项目, 对全球一些主要活断层分别进行细致的研究, 并将获取的大量资料汇集成图集及报告; 对选定的主要活断层的特性进行系统的综合对比研究, 改进活断层研究的方法, 深入认识活断层的习性, 以利于地震灾害的预测及减轻, 提高地震危险性评价、工程稳定性评价的可靠程度。自1983年以来, 除我国以外, 还有美国、日本、新西兰、印度、巴基斯坦、英国、法国、土耳其、阿根廷、巴西、秘鲁、委内瑞拉、尼泊尔、泰国、印度尼西亚、缅甸等十几个国家的科学家参加了这一项目的活动, 交流了有关活断层的各种资料。这一期间, 还先后在日本、中国、新西兰、阿根廷、印度等地进行了这一项目的学术讨论会, 并对日本的中央构造线活断层、中国的郯庐活断

层、新西兰的阿尔卑斯活断层进行了野外考察, 交流了各国科学家在活断层研究方面的经验。

在中国, 这一项目得到了国家地震局的大力支持。1983年建立了IGCP第206项中国工作组, 挂靠在国家地震局地质研究所, 并决定提出郯庐、鄂尔多斯周缘、鲜水河、红河、昌马、二台等六条活断层进行对比研究。目前编辑的这一图集就是中国工作组为这一项目提供的工作成果, 是全球活断层对比项目的中国活断层部分的图集。这里除了参加对比研究的六条活断层以外, 又适当增补了有关阿尔金活断层的一些新资料。这主要是由于它是亚洲大陆内部极为引人注目的一条巨大的活断层, 尽管材料还较少, 但对了解亚洲东部的活断层来说, 我们认为对它作一些介绍是十分必要的。在这一图集里, 集中反映了选定的各条活断层在卫星影像、重力和磁场的背景、新构造环境、断层活动及其地质地貌体现、现代地壳形变特征、地震活动性及古地震等方面有关的大量实际资料, 反映了多条活断层各自的活动特性。虽然这仅仅是中国众多活断层中的一部分, 但在一定程度上也是对中国活断层研究中一个阶段所取得的资料和结果的归纳和总结。

(二)

在本世纪30—40年代, 我国的一些地质学家已经开始注意描述有关活断层的地质地貌现象。1949年新中国成立以后, 随着大规模经济建设的兴起, 地震区划工作、重大工程的区域地壳稳定性评价和地震烈度的鉴定广泛开展, 这些工作都涉及到活断层的研究。1956年中国科学院生物地学部召开了中国第一次新构造运动座谈会, 与会科学家从许多方面论及了中国的活断层以及与地震活动的关系。当时把活断层称为第四纪断层、新断层或伴随新构造运动而形成的断层等等。1957年正式出版了这次座谈会的发言记录。这一阶段的活断层研究主要是大地貌、冲积洪积扇的变形、新生代地层的错断以及地震震中分布等宏观定性研究。

1966年以来, 由于华北和西南地区相继发生一系列 $M > 7$ 的破坏性地震, 从而使与地震活动密切相关的活断层研究提到了更加重要的位置。二十多年来, 对活断层研究的内容和采用的方法都取得了较明显的进展。在全国一些重要的活断层, 除了开展一般性的地貌、地质学(包括遥感资料的应用)的野外综合调查和专题研究外, 还在一些重要地段进行开挖探槽、地质填图、年代学和应力状况的研究。与此同时, 加强了仪器观测, 沿一些活断层开展了包括大地水准复测、跨断层的短水准基线和三角的重复测量、断层应变观测、原地应力测量、微震观测、震源机制、地热、地球化学和其它地球物理方法的探测和研究。所有这些工作, 为从浅层到深层、从定性到定量研究活断层的运动学和动力学积累了十分丰富的实际资料。中国地震学会地震地质专业委员会1982年汇编出版的《中国活动断裂》一书, 基本上代表了70年代我国活断层

的研究状况。80年代以来,对我国活断层研究的内容和方法又有了很大的拓展,涉及对活断层的几何图象、断层结构、断错地貌、断层的运动方式和速率、与地震的关系、古地震与大震复发间隔、活断层的活动习性及其动力学研究等。有关判定活断层运动年代的方法,特别是 ^{14}C 、热释光、断层陡坎坡度的测量、发掘活断层上古地震地质证据的探槽方法等也都得到了广泛的运用。同时,结合全国地震构造图、烈度区划图等各类图件的编制工作,对全国显露的和隐伏的活断层资料进行了一次普查和整理,其许多成果已经在这些全国性的小比例尺(1/600万—1/300万)地震构造图和岩石圈动力学图中得到了反映。对一些发生过巨大地震的主要活断层,如选入本图集集中的郯庐、鲜水河、红河、昌马、二台活断层和鄂尔多斯周缘活断层系等所进行的比较系统的野外考察和专题研究就是在这一阶段进行的,其中郯庐、二台和鄂尔多斯周缘活断层已出版了专著。

本图集还绘出了一张中国主要活断层的分布图。由该图可以看出,中国的活断层在分布上总是继承了原有的,特别是中生代和新生代以来的断裂构造的格架。大约以东经 105° 为界可以分为东西两部分,东部以NE和NNE走向的正断层和张性走滑活断层为主,西部则是以NW和NNW走向的走滑、逆走滑和逆断层为主。在西部的青藏高原内部发育有一系列NW和近EW的大型走滑活断层,它们是喜马拉雅碰撞带造成的近NS向挤压所引起的高原内部块体间不均匀的侧向滑移而形成的。在青藏高原边缘的祁连山、龙门山、塔里木南缘、帕米尔、天山南北麓、准噶尔北缘则发育了一系列活动活断层。在东部,活断层的分布自北而南又可分为东北、华北、华南三个断层活动特征各不相同的地区。在东北平原的边缘及内部有一系列NE及NNE向的活断层,但活动程度不高。华北是东部断层活动及地震活动最强烈的一个区域,它主要以与新生代沉积盆地相伴生的一系列NE、NNE向张性右旋走滑活断层为特征,尤其是围绕鄂尔多斯的活断层系最为引人注目。在华南,活断层的活动程度较上述地区为弱,除分布于东南沿海外,湖北、广西一带还有少量分布。在东部海域活断层也主要分布于一些新生代盆地的边缘,以NE—NNE向正断层及张性走滑断层为主。活断层是内陆地块间相互运动的主要活动边界。本图集所包括的各条活断层是从中国众多的活断层中所选择出来的,它们在活动类型上和区域分布上具有一定的代表意义。我们认为,通过对这些有代表性的活断层具体资料的了解,可以窥见中国这一广大区域活断层特性的基本状况。

(三)

我国选定参加IGCP第206项的六条活断层各位于不同的大地构造单元上,它们所处的构造环境及重力和地磁等地球物理背景,形成及发展的过程都有很大的差别,但它们在空间展布、几何图象、活动风格及速率、地貌特征、地震活动等方面又具有许多共同的、相似的习性和特点。通过这些特点正涉及了活断层特性本质的一些问题。

通过对这些活断层研究所获取的多方面资料的分析 and 对比,我们可以得到如下一些启示与认识。

1. 活断层的活动方式及断层活动在时间上的不均匀性

活断层的活动方式有三种:蠕动、粘滑与蠕动。从中国活断层的活动情况看,大量的活断层以粘滑方式运动为主,除一些地区反映了深部断裂带蠕动的地裂现象外,至今在中国大陆内部尚未发现象圣安德烈斯断层的一些段落所具有的那种蠕滑现象。鲜水河活断层虽有人认为有

蠕滑现象,但1976—1986年间记录到的蠕滑位移有随时间而衰减的现象,故很可能属于震后的蠕滑现象,主要是多次地震破裂造成破碎带强度减弱而引致的。鄂尔多斯周缘活断层虽有人提出可能存在无震蠕滑与地震滑动交替出现,但还缺乏确切的直接证据。郯庐、红河、二台等活断层的详细调查及研究都尚未发现蠕滑现象。蠕动是指断层两盘处于未愈合状态,经常反复活动,但并未造成明显位错的一种断层活动方式。在中国,许多跨断层的基线和水准线重复测量以及其它应变测量手段得到的资料反映存在有这一类型活动方式。大量断层位移重复观测的结果表明,断层是未愈合的,两盘有不断地反复相对运动,但最终并未造成明显的错距。

根据对中国活断层位移情况的分析可看出,在不同时间段位移的大小是变化的。不同年代的断错地貌所显示的错距往往呈不连续地累积增长。位错值的大小呈现出分组现象,而且往往具有可公度性。例如对二台活断层全新世以来的45条冲沟被断层错断的位错值的统计表明,大小冲沟的错距大致可分为 $33 \pm 3\text{m}$ 、 $65 \pm 2\text{m}$ 、 $95 \pm 4\text{m}$ 、 $166 \pm 3\text{m}$ 和 $205 \pm 4\text{m}$ 五组,并有约30m的可公度值。郯庐活断层在山东莒县左山一带的断错冲沟错距大致为4m至34m,但位错数据很不连续,主要集中在三个范围内,即4—9m、14—20m和28—34。这三组数值大致有倍数的关系,表明该断层曾经经历过与平静间歇期的三个活动阶段或多次突发的断错事件。这已为该地段开挖的探槽剖面上的古地震及年代学资料所证实。还可以在中国内陆很多条断层上指出上述这种现象的存在。活断层发现的断错事实说明:

1) 大部分断层不具有蠕动或连续的均匀滑动的活动方式,断层位移量的积累主要是以地震的方式实现的。

2) 断层的活动过程是以活动与停顿相交替的方式进行的。断层各不同发展阶段累积的位错值所呈现的可公度性反映了断层的断错活动及破裂事件具有丛集现象和间歇性,这种断层的间歇式滑动在一定阶段是有规律地周期性地重复进行的。沿断裂带地震活动的分期分群现象就是这种运动形式的具体表现。

由此看来,这种不均匀的但又有规律的间歇式的幕式活动是中国内陆活断层的主要活动方式。需要指出的是,由于断层滑动及古地震事件集中的活动段和平静段不仅呈现出间歇性的周期变换,而且是一种具有不同周期与幅度的多层次的非准周期性波动的叠加,有较短的周期,还有更长的周期,从而使断层滑动强弱时段或古地震事件集中出现的情况呈现出并非简单周期的重复,而是具有更复杂的情况,不能把大震复发间隔都视为简单的周期重复。

在中国大陆上,自上新世末期进入了一个构造运动(包括断层活化)的新阶段,即所谓的新构造时期。进入这一阶段以来有多次一级构造活动加强的阶段,较明显的是在早、晚更新世各个阶段之间。这已为许多资料所证实。但因周围构造应力场状况的差别,在不同区域断层出现活动和平静阶段的时间有所不同。

2. 关于断层活动在空间上的不均匀性及分段性

中国内陆活断层不仅在时间上具有间歇式活动特点,在空间上由于地质结构、区域应力状况等环境条件的不同,断层活动也呈现出均匀性和复杂的变化。活断层往往不是一条简单的断层,而是由多次次级断层组合形成的,在空间展布上表现出非连续性。有的形成雁列,并在次级断层之间形成一系列的拉分或挤压构造。有的表现出明显的分段现象,不同段落的断层活动特性各异。关于活断层的分段主要是对一条断层在破裂发展过程中破裂单元的划分。断层的分段性概念是一种持久性的控制破裂传播的阻挡性思想。对一条活断层的分段,包括了对断层各个段落的方向、连续性及其活动特点的识别。活断层的分段研究能加深对断层破裂特点的认识。

识,是预测潜在破裂区的物理基础。对活断层的分段一方面要考虑一条断层的物理特性(断层几何、走向、断面结构等),另一方面要考虑地震(包括古地震)的破裂长度,即要从断层的结构组合形式和断层活动习性等各方面综合起来进行合理的分段。

综合分析中国一些主要活断层的分段可以看出,造成分段的因素以及识别分段的构造标志主要有:

1) 断层与断层或与其它构造的切割。这常常是形成断层分段的重要因素。

2) 断层两侧的岩性、断层面的宽度和结构的变化。如祁庐活断层的中段是穿越前震旦系坚硬块体的一段,因之此段有不同於北段和南段的断层活动特点和地震破裂特点。

3) 断层迹线的复杂程度。断层迹线分支又复杂的地段由于应力分配到多条断层上,不易积累应力,而断层迹线简单且有弯曲现象时则易于积累应变而发生强震。如红河活断层的北段及东南段的划分及破裂特点就是如此。

4) 断层的阶步组合状况。阶步的过渡部位的状况对破裂的延展或终止往往起着重要作用,直接影响到断层的分段。如鲜水河活断层在北端甘孜附近与玉树断层间及在南端乾宁东南与康定断层间的两个过渡构造(甘孜拉分盆地及折多山挤压区)就限制了鲜水河活断层在两端的破裂发展,使这一段断层成为一个独特活动风格的段落。

5) 断层面的变化。当断层的走向与区域滑动矢量方向斜交时可造成很高的有效正压力,具有高摩擦强度,易于发生强震及大的位移滑动。而断层走向平行或接近平行区域滑动矢量的方向时,正应力低,则不易发生大震。因之,在许多场合下断层产状的变化也是构成断层分段的一个因素。许多断层的分段是与其走向的变化有关的。

6) 沿断层新的火山活动。这种火山活动可对断层面起到焊接作用,从而成为断层分段的影响因素。如祁庐活断层即有此情况。

3. 断层活动的迁移

断层活动发生的不均匀性还表现在断层的活动段落或活动区域在空间上的迁移。如祁庐活断层中段(沂沭活断层段)是由平行的四条断层组成的,由东向西排列顺序为 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 。在早更新世至中更新世早期,沂沭活断层的活动主要是 F_2 断层, F_1 当时只是一条潜在活动的迹线,至中更新世中期该断层一直保持平静。到中更新世末,活动转移至东支的 F_1 ,并一直延续到晚更新世,而 F_2 的活动明显减弱。晚更新世末期以来, F_1 的南段活动又明显大于其北段。总的看来,断层活动经历了由西向东、又由北向南迁移发展的过程。沿我国西部巨大的阿尔金山断裂带,根据近年取得的一些资料看,第四纪以来,特别是晚更新世晚期至全新世以来大量保存较好的断层滑动和古地震破裂遗迹的分布表明,该断层活动在时空上也是明显地存在着迁移现象。从较短的时间尺度上看,沿青藏高原北侧的海原活断层至昌马活断层在本世纪20至30年代就表现出地震破裂从东南向西北方向迁移。沿鲜水河活断层、汾渭活断层系也都有此情况。在国外,对美国西部内华达州大盆地活断层的活动段落或活动区域的迁移现象,帕米尔、中亚、天山一带断层活动段落的迁移现象都有过一些报道。看来,活动区域的迁移与变化是断层活动的一个普遍特性。尽管迁移的时间尺度和规律还有待深入的研究,但对这一断层活动习性的认识无疑是涉及地震灾害评价的一个基础问题。

4. 活断层的滑动速率

根据涉及活断层特别是本图集各条活断层滑动速率的大量资料,目前已可以对第四纪(有些是晚更新世)以来中国大陆地区断层的位移总量和平均滑动速率得出一个大体定量的认

识。总的看来,自上新世晚期以来的断层水平位移总量西部大,从数百公里至数千公里,如鲜水河、二台、阿尔金等活断层;东部小,从数十米至数百公里,如祁庐活断层等。活断层的平均滑动速率西部每年数毫米以至10毫米以上,华北由不足1毫米至数毫米,华南除沿海外为百分之几到十分之几毫米。垂直位移的总量比水平位移要小,东部为数百米至一千多米,华南为数十米至数百米,西部则可达三四千米。垂直与水平位移量之比在华北约为1:2,西部为1:6以1:10。从具体分布上看,中国大陆内部块体边界上活断层的平均滑动速率比板块边界上的小约1-2个数量级,但它们又明显地大于块体内部一些断层的滑动速率。如西部各块体边界上活断层的平均滑动速率一般为5-10mm/a,而块体内部的通常为1-3mm/a;东部各块体边界上的平均滑动速率通常为1-4mm/a,块体内部的则往往小于0.5-1mm/a。活断层平均滑动速率的这种大小分布格局与地震活动强弱空间分布大体一致。

前面已经提到断层活动在时间上、空间上往往是不均匀的,不同时间段断层的活动方式和速率可以有很大的不同,因之上面给出的活断层平均滑动速率只是对一条断层活动程度的总体评价,不能反映出不同断层活动过程的差别,而对活断层不同活动阶段滑动速率大小及其变化过程的细致研究又是十分必要的。

5. 活断层的发育阶段

活断层的发生发展以至愈合的过程,总的看来是从微小的破裂带到直线性的断层,到大型波状弯曲的断裂带,最后被扭曲、切割、愈合的过程。在不同的发展阶段,断层的活动状况及地震活动性也表现出很大的不同。因此,对分析活断层处于什么发展阶段或发展程度也是深入认识断层活动习性特征的一个重要方面,这对评价活断层上的地震危险性具有重要的意义。

活断层发育的初期往往是一个应力集中的隐形破裂带,没有明显的位移,可称为初始期破裂或雏形期活断层。它们的存在常以小震的成带活动表现出来。

生长期或幼年期的活断层是活动旺盛阶段的活断层,具有明显的位移,常以多条成系统地存在。我国东部华北及东南沿海发育的北西向断层,西部新疆、甘肃、青海一带的北北西向活断层(有的称河西系)等均可视为此类活断层。在其破裂发展的端部或与其它构造交叉的部位常有中强震或强震发生。

发育成熟的活断层可称为活跃期或壮年期活断层。它们常以规模巨大的弧形或波状延展的活断层带出现,往往由多条活断层连通而成,活动方式复杂,位移量大。在其不同活动段落地震活动性强弱不一,且有活动段落的转移转换现象。我国西部一系列巨型走滑活断层,如鲜水河活断层等,多属这一发展阶段的活断层。

活断层发育的最后阶段是衰亡期或老年期活断层,形态上多已扭曲以至被切割支解。沿这类断层地震活动性低,可能有个别调整性强震发生,但复发时间间隔很长。祁庐断裂带可视为一个已处于衰亡期的活断层。当断层的活动已完全停止,断层面已愈合,即可称为愈合断层或死断层、化石断层。这时,这样的断层面上已无强震活动可言。

需要指出的是,大量的活断层往往是先存断层或愈合断层的复活,并不是所有活断层都会完整地或依次地经历上述各个发展阶段。大量的活断层在经历了一个或二、三个发展阶段后由于没有适宜的条件便停止了发展,有的还可以在愈合后再次复活,而且不同活断层各期发展时间的长短也可以很不相同。这都决定于应力场状况的变化。从中国大陆各地活断层的发展历史看,活断层是在不断地新生着、发展着和衰亡着,伴随着区域地壳运动的发展,它们有时大量生成,有时大量衰亡,而有时只是较平稳地发展活动着或休眠着。

(四)

这一项目所选定的一些活断层都是我国内陆最主要的活断层,虽然它们在大地构造背景和现代构造应力场中所处的位置不同,各自的活动状况有着显著的差别,但如前所述,它们有很大的代表性和典型性。本图集的大量资料及上面提及的一些看法反映了不同区域不同类型活断层的一些基本习性,反映了我国内陆活断层的主要特点。对比研究是揭示事物本质和特性的一个重要方法和途径。对这些活断层有关资料的深入综合分析 with 对比研究将会更进一步揭示断层活动在时间、空间和强度上不均匀特性的具体状况,而这一点无论在理论上还是实际上都有着重要的意义。活断层反映了现今的或最新地质时期地壳变形和运动的特点,对活断层的活动方式、滑动速率、断层活动的分段、破裂的传播、破裂的反复迁移与变换等问题的深入了解无疑是认识现代岩石圈、板块运动和板内运动特点的一个重要窗口。活断层的研究所获得的结果可为评价区域地震危险性提供极为重要的基础,是探讨地震强度、强震复发间隔、判定潜在震源区以及评估重大工程场地稳定性的重要依据。这一图集所包括的材料正是为适应这些方面的需要而提供的。但编辑这样的图集还是首次尝试,而且由于各条活断层的研究程度不平衡,难免在形式与内容上存在不一致和欠缺之处。一些有关断层活动的定量数据受当前研究深度的限制也不够丰富和系统。此外,这些活断层虽有很大的代表性,但毕竟是少数,不可能完全反映我国境内数量繁多、类型多样的活断层情况,如还缺乏典型的逆断层和板块边界上的活断层等。随着活断层研究工作的进展和新资料的积累,本图集的某些内容和所表达的概念定会有进一步的充实、提高以至改变。但作为一个阶段性工作成果的汇集与总结,我们热切期望它能在推进我国以及全球主要活断层的对比研究中发挥其应有的作用。

自1983年IGCP第206项被批准和建立之后五年来,编制这一图集的工作一直是在国家地震局的支持下进行的。地震局将此项目列为重点研究课题,并先后于1983年(武昌)、1984年(北

京)、1985年(烟台)召开了多次编图工作会议,制定计划,统一要求,交流成果。葛治洲、李裕彻、朱世龙等曾为此进行了大量的组织工作。

IGCP第206项中国工作组设置于国家地震局地质研究所。地质所的领导及有关部门为推进这一项目的完成,对工作组的工作一直给予了大力的支持。

在1984年日本神户召开的IGCP第206项第一次国际讨论会上我国曾为会议提供了作为对比研究的《中国活断层图集》样本。这是在中国工作组组织下由国家地震局地质研究所和山东、山西、陕西、四川、云南、新疆等省(区)地震局的参加者共同完成的。它为进一步编制图集奠定了基础。

1985年11月在北京召开了IGCP第206项第二次国际讨论会。会后,对郯庐活断层在山东的一段进行了野外考察。这一期间,与会许多国家的科学家们对《中国活断层图集》提出了宝贵意见。

1986年7月,在基本上完成了图集初稿后,在北京召开了图集评审会,IGCP中国委员会主席程裕祺教授、著名地质学家马杏垣、徐煜坚、陈述彭、陈庆宜、李珪、李廷栋、马宗晋、刘若新、陈鑫连、常承法、任继舜、邓起东、韩慕康等20多人对图集进行了认真的评议,对图集的进一步完善和出版提出了许多宝贵的意见。目前这一图集就是在评审会后吸收了这些意见又几经修改补充而完成的。

图集英文版中各条断层的说明承何永年、沈德富、林传勇、陈绍平等翻译,顾平、孔凡臣、黄伟师等校改。绪论的英文是由戴月君翻译的。

图集承西安地图出版社清绘印刷。图集照片的制版原稿由中国图片社放大加工,张景山给予了协助。

总之我们深切地感到这一图集包含了多个单位许多年来对我国这些主要活断层辛勤的野外调查及多方面的研究成果。没有这一基础,没有上述各个部门、科学家及各方面同志的帮助和积极支持是不可能完成的。谨向所有为此图集作出贡献者表示衷心谢意。

丁国瑜 张裕明 方仲景

一九八八年八月

目 录

中国活断层分布图	
郯庐活断层	1- 22
鄂尔多斯周缘活断层	23- 52
红河活断层	53- 66
鲜水河活断层	67- 82
昌马-祁连活断层	83- 96
阿尔金活断层	97-104
可可托海-二台活断层	105-118
主要参考文献	119-121

郟庐活断层

前言	2	(1) 莒县西北岭观测点	12
I. 卫星影像	3	(2) 莒南左山观测点	13
II. 地球物理场	5	(3) 郟城纪庄观测点	13
1. 布格重力异常	5	(4) 郟城麦坡观测点	14
2. 航磁异常	5	(5) 宿迁晓店观测点	15
3. 等视电阻率剖面 and 人工地震测深剖面	6	(6) 酒洪重岗山观测点	15
III. 中、新生代构造	7	(7) 酒洪峰山观测点	16
1. 构造演化	7	(8) 太湖小池观测点	16
2. 主干断层的剖面结构特征	8	4. 火山与地震	17
IV. 新构造	9	V. 地震活动	18
1. 新构造图	9	1. 现代小震与历史地震震中分布图	18
2. 构造地貌	11	2. 1668年莒县—郟城8 $\frac{1}{2}$ 级地震遗迹	19
3. 沿活断层的构造现象	12	VI. 现代地壳形变	21

编图负责人：李家灵

编图：李家灵、胡政、杨铁鹰、李启秀、郑朗荪、林趾祥、王健、郑传贝（山东省地震局）

谢瑞征、朱永正、李灼华、丁政（江苏省地震局）

汤有标、沈子忠、林守培、张杰（安徽省地震局）

方仲景、沈梅琴、史志宏、殷秀华、刘占波、郝书俭（国家地震局地质研究所）

郯城—庐江断裂带是中国东部一条巨型深断裂带。它走向北北东，南起长江北岸的广济，北到黑龙江延入苏联境内，在我国境内长达2400 km。这里，重点介绍该断裂带莱州湾—广济段的郯庐活断层及其与地震关系的基本特点。

郯庐活断层从莱州湾至广济长950 km，北宽南窄。在潍坊—郯城间，断层出露于地表，主要由4条北北东走向近于平行的断层组成，自东向西分别为昌邑—大店断层（F₁）、安丘—莒县断层（F₂）、沂水—汤头断层（F₃）、郯部—葛沟断层（F₄），构成两壁夹一垒的构造形式。而在郯城—嘉山间，断层则被第四系覆盖，只见第四纪晚期的活断层断续出露。据等视电阻率剖面得知，4条主干断层向南逐渐靠拢，至嘉山以南并成两条，其走向转为北东—南西。在桐城—太湖一带，断层斜切大别山，直抵长江北岸的广济附近。至于是否过江南延，还有待进一步研究。

断层带的卫星影像清晰。人工地震测深结果表明，F₁、F₂两条主干断层是切穿地壳的深断裂，在莫霍界面附近形成宽10 km左右的破裂带。

对于该断层带的生成时代，目前仍有不同认识。但从新构造运动的基础而言，在中生代时期才真正成为一条规模巨大的、具有统一活动的构造带。中生代时期断层带活动强烈，早期可能经历了左旋平移运动，晚期发育成一条“复式地堑型”的大陆裂谷构造。新生代以来，在潍坊以北及渤海地区成为华北平原裂谷的一部分，并仍保留扩张、断陷的特征，而在潍坊以南断层带主要遭受近东西向挤压，主干断层形成复杂的断面结构，宽达十几米至数百米。第四纪晚期，断层带又有较强烈的逆冲右旋活动。

上述演化过程及构造力学性质，显示区域构造应力场的主压应力方向有由近南北东西向、向北东转变的趋势，这种变化显然与太平洋板块对欧亚板块俯冲方向的改变是一致的。

郯庐断裂带由于穿越了不同性质的大地构造单元以及受到横向构造的分割，所以，在新活动性质、强度及近期地震活动等存在着明显的差异性。其中，依兰—伊通段和嘉山—广济段，即断裂带南北两段的新活动不明显，很少见到第四纪断层，地震活动较弱；下辽河—渤海段新活动强度大，以强烈的断陷、横向伸展为特征，并伴有多期的玄武岩喷发；下辽河—渤海段以南的沂沭段的的活动强度次之，活动方式与下辽河—渤海段不同，具有分期交替的活动特点，即晚第三纪—第四纪初期西侧两条主干断层（F₁、F₂）活动，沿断层带有多处玄武岩喷发，至第四纪中期断裂带相对稳定，广泛发育夷平面，至第四纪晚期东侧两条主干断层（F₁、F₂）又复活，通常称之为沂沭活断层。

沂沭活断层分布在潍坊—嘉山间，长达360 km。它错断了夷平面、阶地、洪积扇、沟谷、水系、岩脉及第四纪晚期（Q₃—Q₁）的沉积层，多处见白垩纪地层逆冲到晚更新世或全新世沉积物之上，形成高数米的断层陡坎，断面上盘为隆起的丘陵，下盘为沉降的平原，从而构成现代构造地貌的分界线。

该活断层带由许多次级活断层斜列组成。仅在莒县—新沂间就有5条长30—50 km的活断

层斜列衔接，在右列衔接的部位形成局部断陷，如板泉崖断陷盆地；在左列衔接部位形成局部隆起。活断层平面分布的几何形态及其构造地貌特征显示了挤压右旋的机制。

活断层受F₁与F₂两条主干断层的控制，走向北北东，倾向北西或南东，在浅部其倾角为60°左右，但在郯城马陵山西坡一段活断层倾角平缓，仅30°左右。据人工地震测深及地震资料，断层在地壳深部是近直立的。活断层的断面与老断面一致或分布在它的一侧，一般宽几厘米—几十厘米，破碎带宽1—2 m，常见由2—3条平行的小活断层组成活断层束，彼此相距几米到几十米，形成了一系列阶梯状断层陡坎，显示了多次活动的特征。断层的垂直位移大于5 m，水平位移不等，更新世末期以来最大水平位移量达25 m。从错断的最新沉积物分析，断层主要在晚更新世末期活动，全新世以来活动强度减弱。

近十多年来的地形变资料表明，断层两盘的相对活动量很小。新沂以北断层的水平活动表现为右旋，断层两盘的垂向变化不明显；在沂水、安丘地区，由于北西向断层的活动，形成一个局部的隆起区，隆起的最大速率达每年6 mm左右。

郯庐活断层还是一条强震活动带。据两千多年的史料记载，沿该带仅M≥7的地震就发生了6次，中强地震则不多。强震主要发生在郯庐带中段，显示强震活动具有由中部向两端减弱以及强度大、频次低的特点。其中，最大的一次是1668年莒县—郯城8½级地震。近年来，对这次地震的史料重新进行了整理，并在极震区发现了许多该次地震的遗迹，如地震裂缝、喷砂、液化层、地震断层、地震滑坡等。根据史料及地震遗迹的分析对比，认为震中位置应在东经118.5°，北纬34.8°，震中烈度为Ⅷ度。这次地震形成的地震断层及地面破裂形变带长达90—120 km。据其力学性质分析，它应是在北东—南西向主压应力场的作用下东西两大断块沿沂沭活断层突然逆冲右旋滑动发生的，北西向蒙山山前断层与沂沭活断层的交汇是形成这次地震的重要构造条件。

有趣的是现代的小震活动分布不均匀，新沂以南小震稀少，主要在郯城—莒县间形成密集的线条带，分布范围与1668年的极震区基本吻合。这种特点可能说明该震源区至今尚未稳定，仍在以小震释放能量。而公元前70年安丘7级地震的震源区，是现代小震活动的空白区，表明震源介质已经重新固结，断面闭锁，处于应变能的积累阶段，可能是未来发生中强地震的危险区段。

近年来，沿沂沭活断层发现了一些古地震遗迹，如地震断层陡坎等。另外，跨活断层的冲沟，也呈现了有规律的水平位错，并可分为25 m、15 m、9 m、4 m几组。这些均表明，该活断层是以粘滑活动为主，曾发生了多次古地震事件。但是，由于这些古地震遗迹多保留在洪、坡积层中，很难采到可测年龄的样品，目前还不能对古地震的重复率作出明确结论。而据多处开挖的探槽表明，在全新世沉积层中保存三次地震遗迹。

本图集主要介绍郯庐断裂带新构造活动及地震活动性较强的中段。

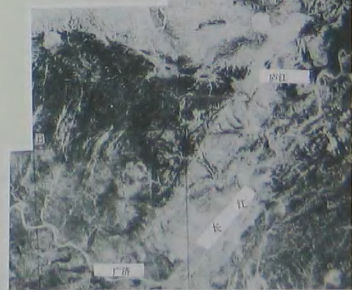
I. 卫星影像



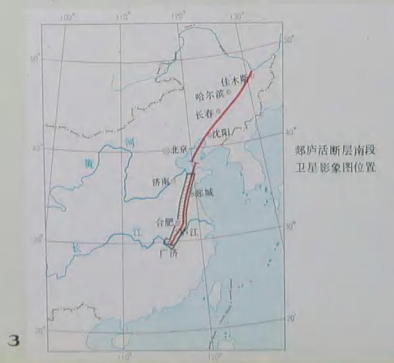
山东省临沂地区郯庐断裂带“两厢夹一垒”的结构特征及其与两侧断裂的交切关系



长江北岸的郯庐断层



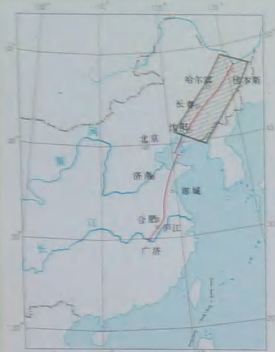
郯庐断层中、南段的卫星影像



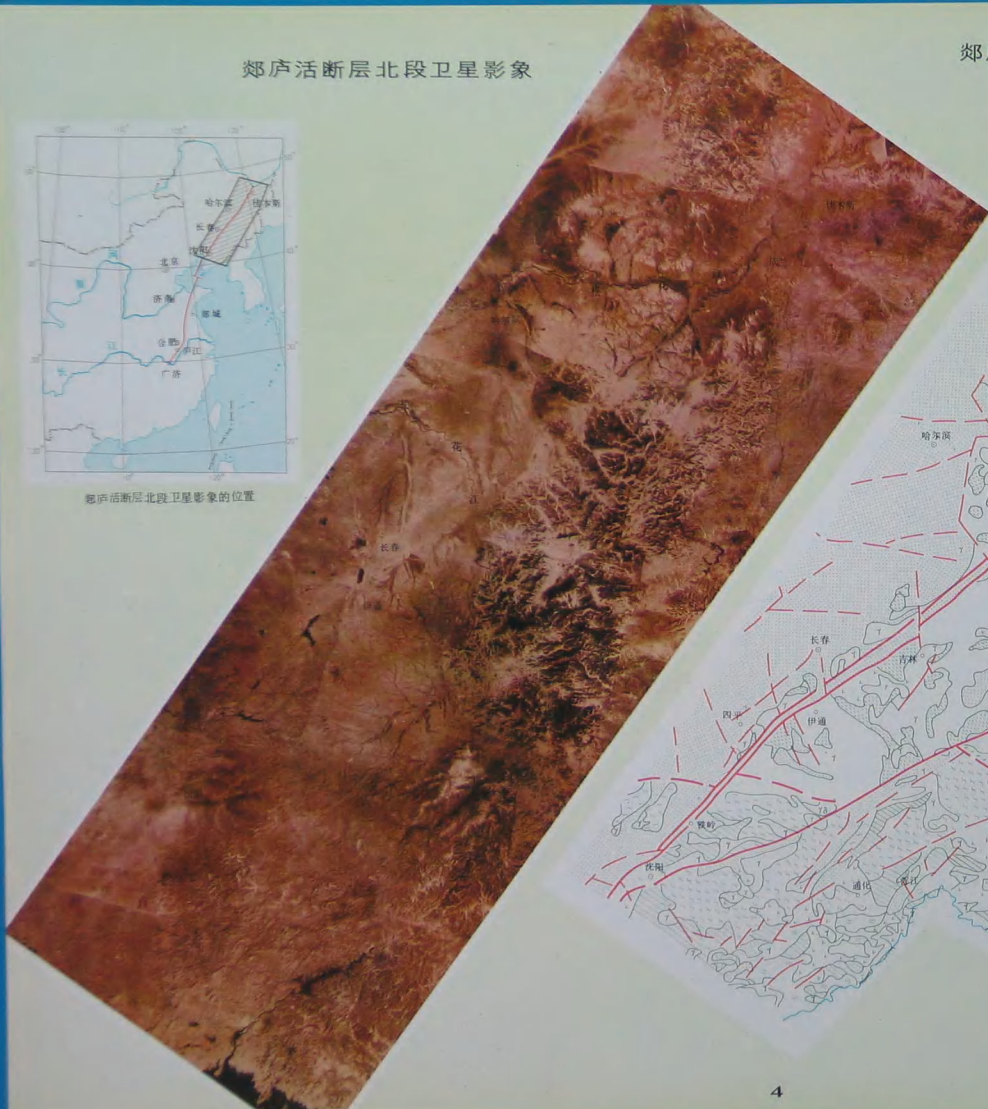
3

郯庐活断层北段卫星影像

郯庐活断层北段(沈阳—佳木斯)



郯庐活断层北段卫星影像的位置

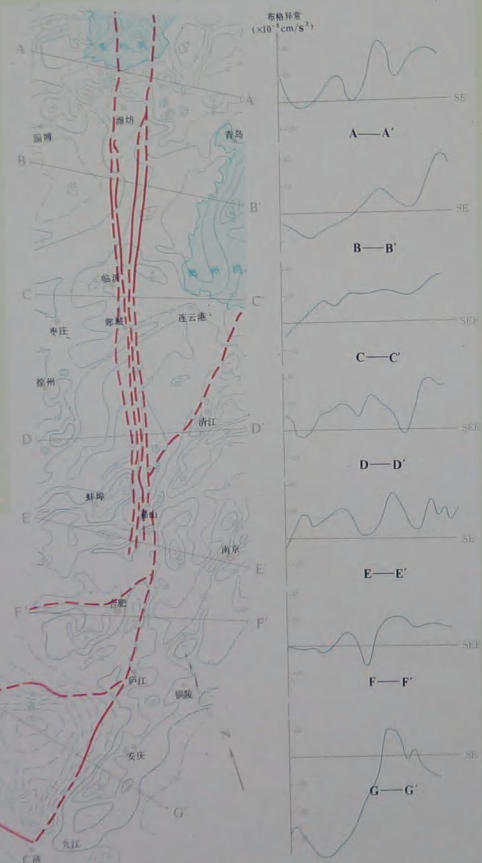


- 太古代 (Ar)
- 晚元古代前 (Ar - P₁)
- 震旦纪前 (AnZ)
- 华力西期 (AnMe)
- 晚元古代—古生代 (P₁-P₂)
- 晚三叠世—早第三纪 (T₃-E)
- 晚三叠世—白垩纪 (T₃-K)
- 早第三纪 (E)
- 花岗岩
- 花岗岩长岩
- 辉长岩
- 橄榄岩
- 地壳断裂
- 基底断裂

II. 地球物理场

1. 布格重力异常

右图是郟庐断裂带中、南段的布格重力异常图。从异常的平面和剖面分布看，沿断裂带无明显重力梯度显示，断裂带两侧差异仅 10^{-4} m/s^2 ，东侧重力异常值较高，表明断裂带的活动主要是平移运动。



2. 航磁异常

右图是郟庐断裂带中、南段的航磁异常图。由图可以看到，从莱州湾开始，向南经郟城到新沂以南有一条贯穿全图的线性高磁异常带，其走向为北北东，宽30-50km。断裂带两侧磁性性质明显不同，西侧主要为宽缓而变化的升高异常区，东侧主要为平缓的负磁异常区或低磁异常区，它们显然对应着两个基底性质不同的构造单元。从剖面图可以发现，穿越断裂带磁场变化比较剧烈，往往出现一些局部高异常，高达400 nT以上，它们可能是断裂带内燕山期的火山岩和侵入岩的反映。



布格重力异常等值线 ($\times 10^{-4} \text{ cm/s}^2$)

低磁异常区

高磁异常区

断层

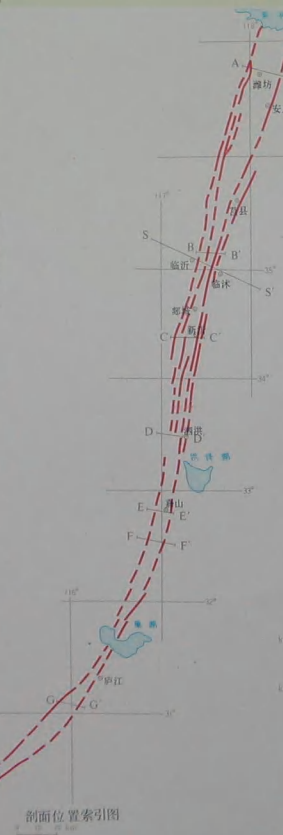
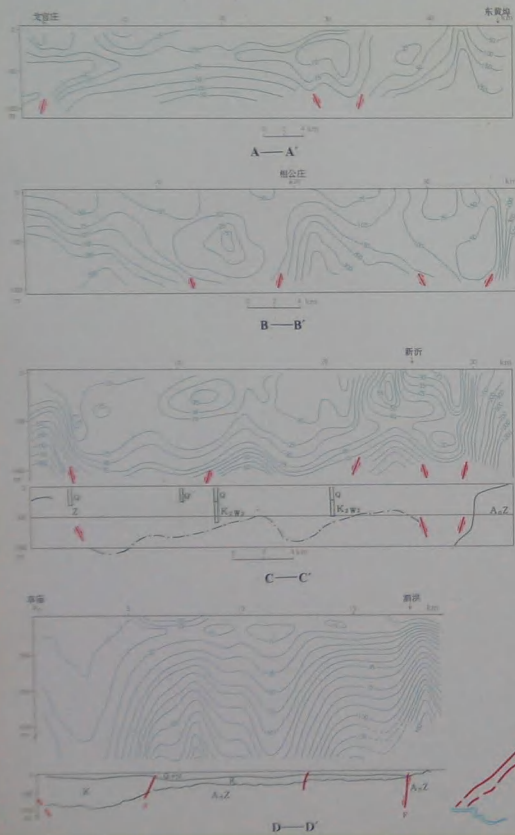
推测断层

航磁异常等值线 (nT)

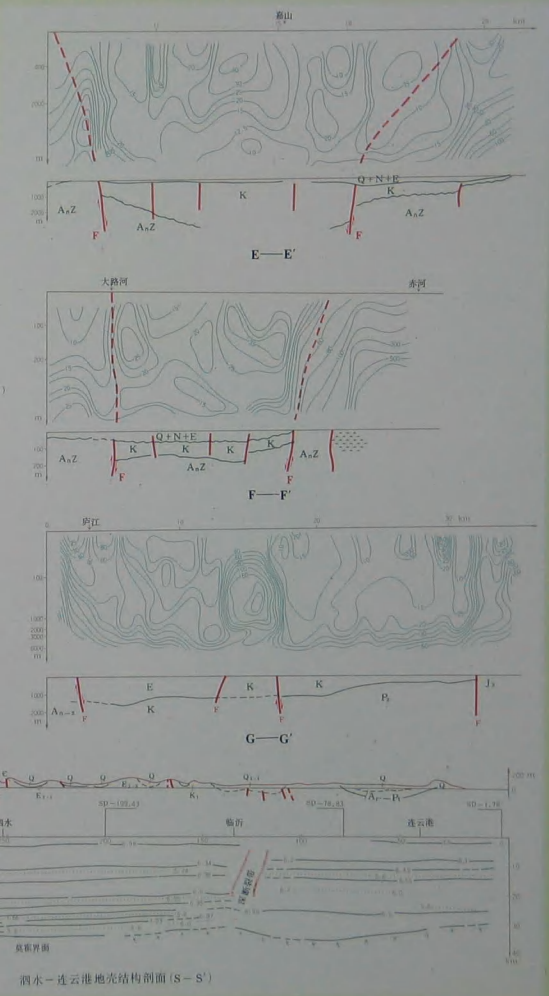
A—A' 剖面位置

3. 等视电阻率剖面 and 人工地震测深剖面

在鄂庐活断层被第四系覆盖的平原地区，多条等视电阻率剖面清楚地揭示了四条主干断层的存在及断裂带的结构特征。据人工地震测深剖面(S-S')，断裂带是一条切穿地壳的深大断裂带，带内莫霍界面深31km，并有宽10km的破碎带，断裂带两侧地壳厚34—36km，具有明显的分层结构。



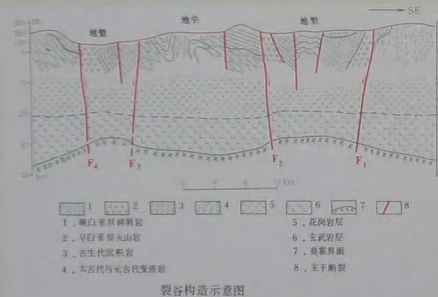
- 25— 视电阻率 (ρ_k) 等值线 ($\Omega \cdot m$)
- Q 第四系
- N 上第三系
- E 下第三系
- K_3W 上白垩系王氏组
- K 白垩系
- J_1 上侏罗系
- e 寒武系
- P_2 古生界
- Z 震旦系
- A_3Z 前震旦系
- P 元古界
- A_1 太古界



III. 中、新生代构造

1. 构造演化

郿庐断裂带经历了不同的演化阶段，且在中生代时期活动最强烈。在中生代早期经历了左行平移运动，中生代晚期大规模的左行平移基本结束，开始了地幔物质的上涌，基性岩浆沿断裂带呈裂隙式大量喷发，上部地壳横向伸展，强烈断陷，形成“两堑夹一垒”的大陆裂谷构造，内部充填了厚达近万米的碎屑物质。新生代以来由于区域应力场的改变，裂谷逐渐消亡，变成一条挤压构造带，直到第四纪晚期成为逆冲右旋的活断层带。



裂谷构造示意图

图1

1. 震旦系
2. 奥三系
3. 中生界
4. 白垩系
5. 中上白垩系
6. 早白垩系
7. 新生代沉积物
8. 中生代前陆盆地
9. 古生代前陆盆地
10. 前寒武纪前陆盆地

图2

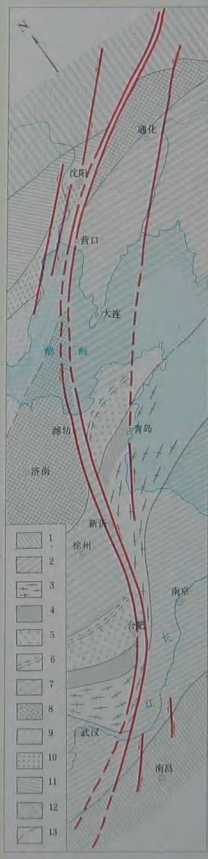
1. 江南褶皱
2. 下扬子—庐江拗陷带
3. 大别山—淮南—霍山褶皱
4. 北淮阳—北胶济—鲁豫皖豫豫带
5. 合肥—胶济褶皱
6. 蚌埠—桐庐褶皱
7. 溧阳—江南—平南地块
8. 鲁西—辽北褶皱
9. 冀鲁褶皱
10. 山海关隆起带
11. 燕山褶皱带
12. 苏鲁褶皱带
13. 可能的前冲带

图3

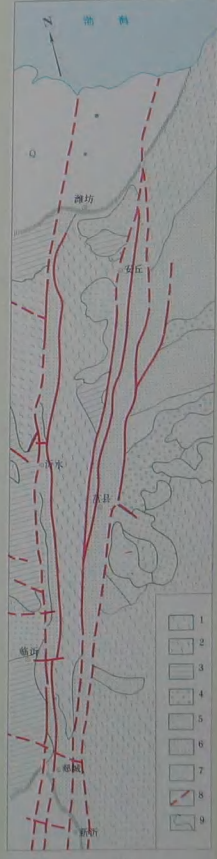
1. 太古代(变质岩)
2. 元古代(变质岩)
3. 古生代(沉积岩)
4. 晚侏罗世(碎屑岩)
5. 早白垩世(火山岩)
6. 晚白垩世(碎屑岩)
7. 中生代(中酸性侵入岩)
8. 断崖
9. 地槽界线



1. 地质略图



2. 中生代早期的左行平移运动



3. 中生代晚期的大陆裂谷作用