

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

我国地震活动与地壳现代破裂网络

丁国瑜 李永善

一、引言

对地壳上的断裂系统及全球性剪切网络问题曾有过不少的讨论。自 W. H. Hobbs 在 1911 年提出了地表的线性构造以后, R. A. Sonder 等人又不断对此问题作了更广泛的讨论。Al. Veronnet (1912), F. A. Vening Meinesz (1947)^[1], M. B. Стовас (1963)^[2], A. B. Долицкий (1963)^[3] 等对全球性的剪切网络问题进行过研究。J. D. Moody (1966)^[4] 认为全球的地壳表面存在有两套规则的剪切断裂系统, 他与 A. B. Пейве^[5] 等人都把这些断裂带的运动视为形成各种构造作用的根源。N. Hast (1969)^[6] 根据对地壳应力状态的分析论述了地壳表面广泛存在着正交破裂系统的问题, 并认为它们是由于地球收缩的结果。T. L. Richards (1973)^[7] 认为地球上的多组正交剪切系统与大地震分布有一定的关系。C. C. Шульц (1975)^[8] 根据对宇航摄影资料的分析, 认为大陆上广泛分布着年青的线状平移断裂系统。在新构造运动强烈区、地震活跃的地区尤为明显。有人把它们看作是壳下物质定向运动在地壳表层所导致的一种现象。但更多的研究者认为全球性断裂系统的形成与地球转动所产生的各种效果(极移、椭率的变化等)有关。

在我国, 李四光教授在对构造体系的一系列论述中曾深刻地讨论过有关这方面的问题^[9,10]。张文佑教授对断块构造和有关断裂体系的许多论述^[11-13] 以及张伯声教授对波浪镶嵌构造的讨论^[14,15] 等, 都从大地构造学的角度阐述了我国地壳构造的网络性及其与地震活动的关系。

本文是在前人工作的基础上, 主要结合现代构造活动的一些资料, 着重对我国境内地壳的现代弹塑性破裂所显示的一些特点及其与地震活动的关系作一些讨论。

通过对地震活动、地质构造、地貌以及卫星影象等方面资料的分析, 发现在我国的广大范围内普遍存在着一个规则的、现代正在活动的地壳网络破裂图像。这一正在活动的地壳破裂系统, 其特征是: 它既受不同地质时期的新、老断裂构造的控制, 又有其新生的特点。它对地震活动、现代构造运动和地貌发展等起着重要的控制作用。因此, 研究它对于探讨新构造、现代构造应力场以及地震预报等具有一定的意义。

二、地震活动的网络性

研究现代构造活动和应力场状态的基本方法之一是分析地震活动性。对大洋区、洋脊区地震活动及其机制的研究对解决有关转换断层、扩张带、消亡带等板块构造中的许多关键问题提供了非常重要的论据。同样, 对大陆地区各地块(或板块)内部地震活动的研究也是揭开地块内部构造应力场尤其是区域性破裂规律的关键。

我国的大陆地壳是地震活动最频繁的地区, 又有悠久的历史记载。特别是近年来地

震台站不断增多, 获得了大量的中小地震活动的资料。它们是反映我国地壳现代破裂过程的最可靠和最直接的证据。为研究现代区域性破裂系统在空间、时间上的分布规律, 探索现代构造应力场以及地震预报问题提供了重要线索。

对我国大陆内部地震活动与构造带、特别是与所谓“活断层”的关系已有较多的论述^[16-19]。但根据许多资料分析, 发现地震活动具有两种情况: 一是地震沿构造带、断层展布方向活动; 一是并不沿着地表明显可见的构造断裂活动, 而是穿越地表的构造单元, 与地表构造方向不相一致。但后者并非散漫无序地发生, 而是有规则的分布, 呈现出明显的网络活动特点。

如华北地区, 在公元前 231 年至今, 从已记载的 ≥ 6 级地震的分布看, 它们多半发生在北东向与北西向构造线相交会而又被经、纬向构造所截交的部位。近年来中小地震的记录更详细地反映了地震活动呈现规则网络分布状况。在华北地区有几条较明显的北东、北西向的地震活动带, 北东向的为: 鸭绿江-临沂带、海城-黄河口-菏泽带、唐山-邢台-磁县带、三河-临汾带、沙城-忻县带; 北西向的有渤海-延庆带、安丘-大城带、临沂-邢台带、菏泽-平遥带等。它们常常呈现定向排列和等间距分布的现象, 在其交叉部位往往出现较大的地震。近些年来发生的邢台 (7.2 级)、河间 (6.3 级)、唐山 (7.8 级) 强震系列和菏泽 (7 级)、渤海 (7.4 级)、海城 (7.3 级) 强震系列都是严格地循着这些破裂网络方向发生的 (图 1)。

东北地区的地震活动也呈现网络分布的状况。沿兴凯湖至朝鲜的平壤方向、鹤岗-长春-渤海、爱晖-札赉特旗、鄂伦春-阿巴嘎旗东南是几个较明显的北东向条带; 而延吉-札赉特旗-海拉尔东南, 丹东-海城-奈曼旗等是几个北西向条带。

在苏、鲁、皖、鄂、豫以及黄海一带, 地震活动较密集地区的边界也是明显地受北东和北西向控制 (图 2)。在淮阳地块东北至黄海一带, 近年来地震较活跃, 震中分布较密集的地区总体呈北东向, 在陆地上与长江的转折方向也大体一致。东南边界平行于长江下游经芜湖至镇江段, 即南京-铜陵地震带。西北边界自潢川经宿县至临沂一带, 西南边界则呈平行于长江的武汉-九江段的北西方向。此外武汉至岳阳段也是小震较多的一个北东条带。小震相对密集段、大震的发生部位及它们间隔距离都有一定的规则性。在这一带自潢川-临沂、保康-均县、许昌-菏泽、永济-武汉-钟祥-淅川、许昌-霍丘-铜陵、菏泽-扬州以及扬州-铜陵等地震活动的条带共同组成了明显的格子状分布。而许昌、钟祥、寿县、怀远、霍山、英山、麻城及五河等地位于各主要条带的交点上, 它们也是历史上强震震中的部位。一些北西向条带向东南延伸至赣北、闽北, 北东向条带向西南方向延伸至湘北, 沿这些方向均发生着零星的地震。

在闽粤的沿海地带地震沿北东分布; 在永安至泉州, 龙岩至漳州, 地震沿北西方向分布。在桂、黔一带, 地震沿十万大山、云开大山等北东向构造分布, 还沿北西向的右江、南盘江活动。如自灵山、合浦、钦州一带向西北在平果、田阳、百色以至贵州的盘县、晴隆、水城, 呈明显的北西向条带, 并更向前延伸至滇、川境内。

在地震频繁的滇川一带, 1970—1977 年地震活动呈现明显的网络状分布 (图 3)。近十年来发生的通海 (7.8 级)、甘孜 (7.9 级)、思茅 (6.6 级)、昭通 (7.1 级)、龙陵 (7.6 级)、松潘 (7.2 级) 等多次强烈地震都发生在北东和北西向地震活动带的交会部位或其

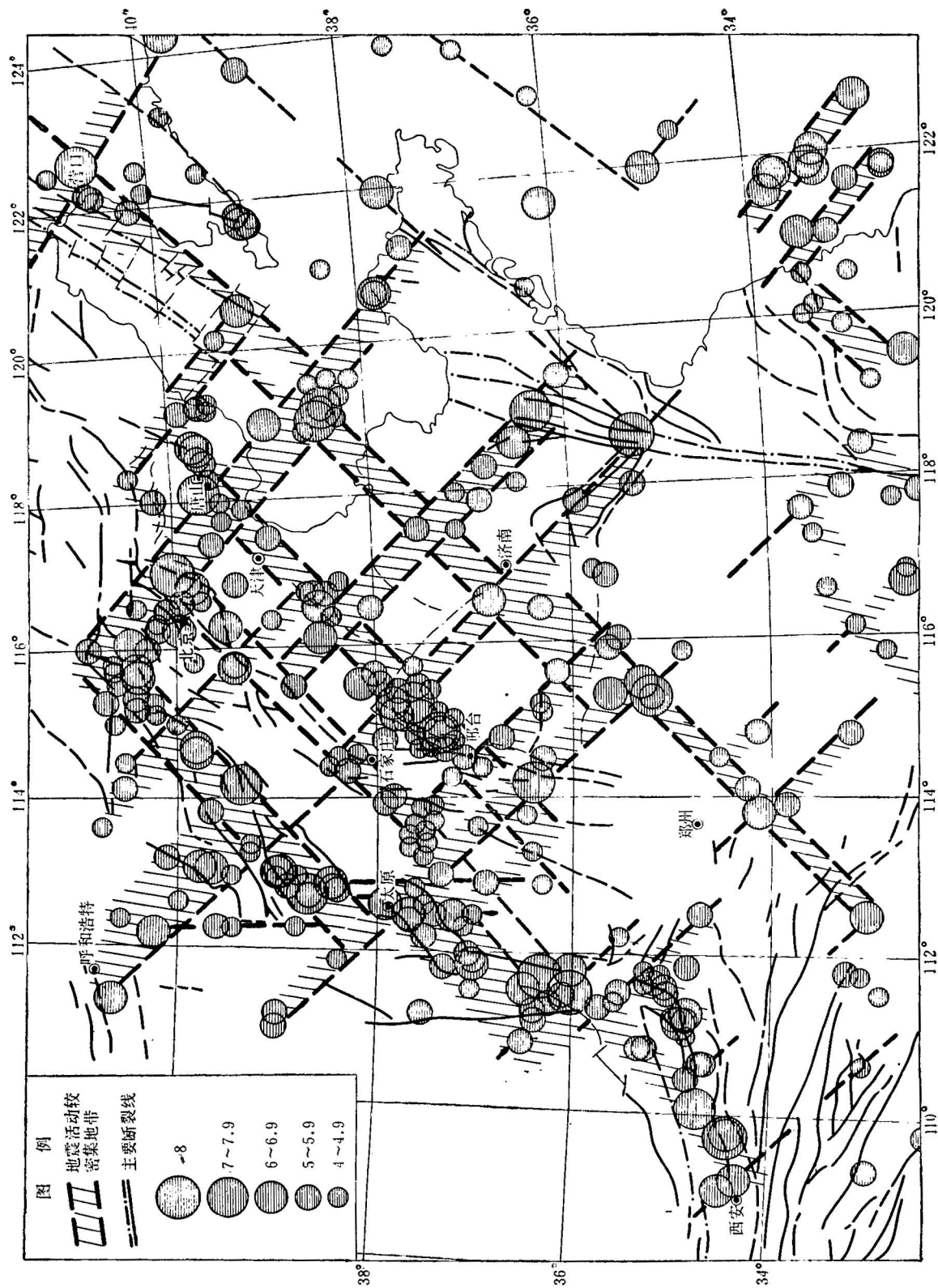


图 1 华北地区地震震中的网络性分布

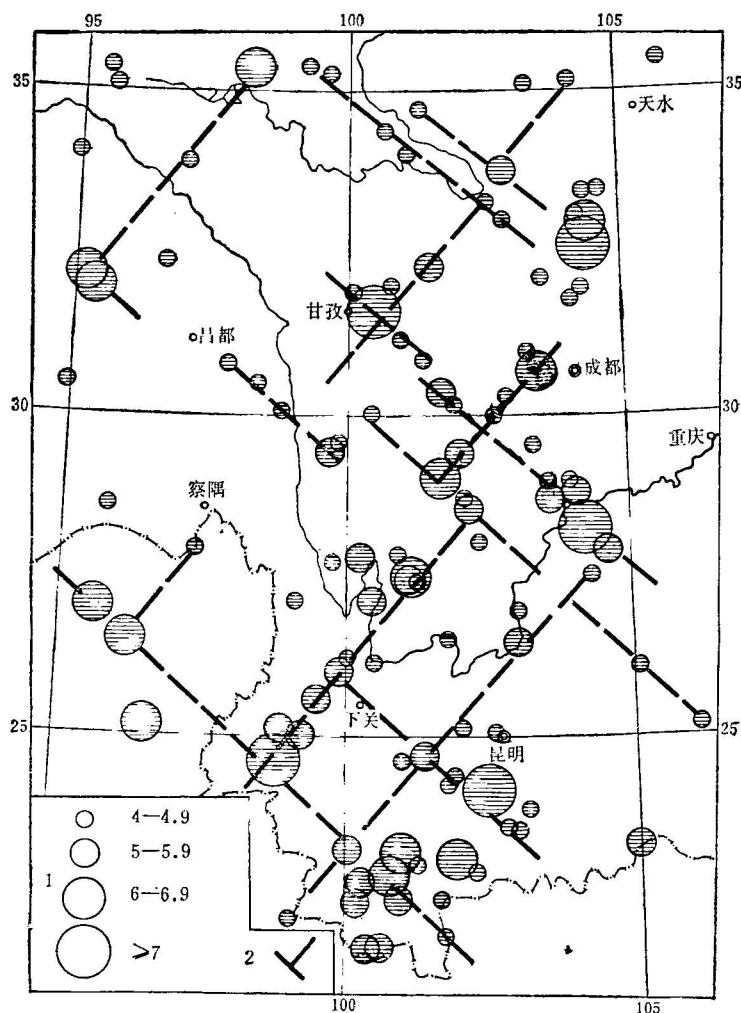


图3 滇川一带 1970—1977 年 $M \geq 4$ 级地震震中的网络状分布。

1. 震中, 震级; 2. 震中分布的方向。

附近。

在西北地区自陕西华县经固原、海源、景泰、武威、山丹、高台至嘉峪关一线和其平行的宝鸡、通渭、兰州、门源、昌马一线上一系列强烈地震排列成具有一定方向的明显条带。海源至华县一线更向东南可延至南阳、麻城与鄂、皖一带的北西向地震带相接。而呈北东向分布的地震条带则出现于银川平原至中卫一带, 磴口-吉兰泰-石羊河以至青海的都兰、曲麻莱等地。

在青藏高原, 沿米林、波密至昌都一线, 江孜、当雄至那曲一线和巴塘经昌都、札多至唐古拉山口等, 地震都有沿北东或北西向分布的特点。在新疆, 地震活动除沿天山、阿尔泰、帕米尔及阿尔金等巨大构造山系成带分布外, 在各地震带内, 地震仍沿北东及北西向活动。并斜切近东西向的巨大构造带, 延伸很远。就是在塔里木地块中的中小地震也有

时沿这两个方向成共轭状分布。

从以上各地地震活动的情况可以看出:

在我国大陆内部的地震活动与各地老构造在方向上除有一致性外, 还有不一致的一面。它们普遍地呈带状及共轭状分布。沿北东和北西向分布最明显, 而且在各地(包括在不同的构造单元之内)这两组方向的具体方位都极其相近, 一般多在北东 40° — 50° 左右和北西 310° — 320° 左右。这样, 就在很大的范围内常可追踪出延伸上千公里, 方向非常相近的多条平行条带。沿着带上断续分布的地震在空间与活动时间上常有一定的联系。北东、北西向的条带相互交叉, 在大范围内构成了反映现代地壳成规则网络状破裂的图象, 而较强烈的地震则往往发生于两组地壳破裂条带交叉部位。

王嘉荫教授^[20]分析我国历史上有关地震发生的顺序、方向的资料后认为, 地震的发生是有一定方向性的。他具体统计了明朝自公元 1372 年至 1627 年约 250 年间的地震记载资料, 把反映了方向的地震次数计算成百分比, 其值为: 南北向 6.06%, 北北西向 10.61%, 北西西向 10.61%, 西北向 22.72%, 北北东向 10.61%, 北东东向 1.51%, 东北向 27.61%, 东西向 10.61% (图 4)。这里所谓的地震方向包括先后发生的地震的排列方向, 震感区的延长方向等。(虽然选取的资料存在一定的局限性和问题, 但总的看来是说明一定问题的)从以上统计数字看: 发震方向频率最多的是北东向(构造上的华夏方向), 占 27.61%,

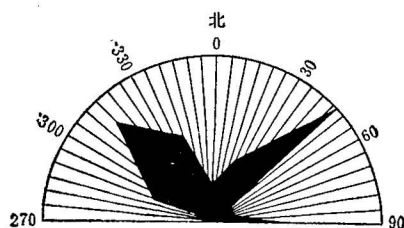


图 4 地震方向玫瑰图
(每二毫米代表一次)据王嘉荫

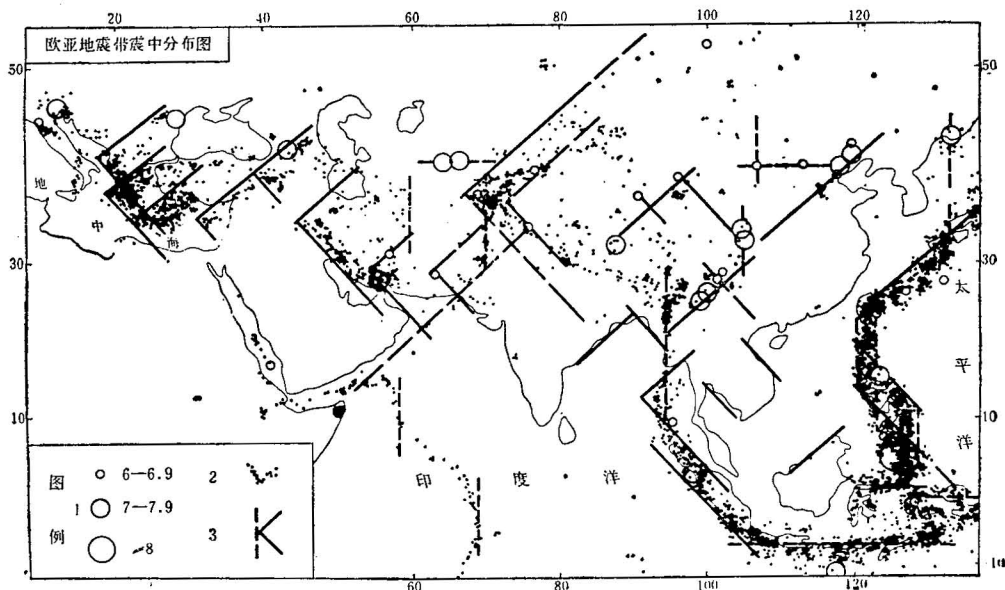


图 5

1. 1976—1977 年震中; 2. 1961—1967 年 $M \geq 4$ 级震中;
3. 地震区边界和地震带分布的一些方向。

其次是西北向。这说明在这段时间这两个构造方向活动较多。有意思的是他提出了“地震线”的存在,并指出这些线多是彼此平行、具有一定方向,而它们的交点是地震发生最激烈的地方。这些统计结果与我们有关现代地壳破裂网络的结论是很一致的。

近年来我国对有关地震活动性的研究工作所提出的所谓地震活动的迁移、呼应,沿一定方向的条带活动、等距离分布,沿着共轭面活动,前、余震沿主震机制节面方向分布的现象,大震发震点的联线常常构成矩形的现象,大震前后一些异常现象出现地点的规则分布,以及一些地震的震源机制解在大范围内的一致性等等现象^[21,22],都可从地震活动在大区域内有呈现规则网络状的这一特点找到解释。这进一步说明,每一次(组)地震都是地壳大区域弹塑性破裂的组成部分,而区域性的破裂规律必然对多数(或较大的)地震机制起主要控制作用。

在地表更大范围的地震资料,同样也显示了这个现象的存在,特别是板块内部的地震活动。对爱琴海、巴尔干半岛、高加索、中亚山区以至日本等地的地震活动性以及构造资料中,都曾有人提出了具有规则线性特征的问题。整个欧亚地震带的震中分布图从更大的范围也显示出有这个特点(图5),而我国是其中最大和最突出的地段。非洲、北美洲的震中分布也都反映有这一现象的存在^[23]。这进一步表明,在全球存在着这一现代破裂系统。

三、现代地壳破裂网络在地貌及地质构造上的反映

我国是欧亚大陆新构造运动非常活跃的一个地区,现代地壳破裂的网络特征在地形上也有明显的反映。遍布各地的水系,许多段落都是地壳破裂带的反映。它们的排列方向、形态等反映了新老构造,尤其是断裂构造分布的基本轮廓。

分析我国的水系特征发现:在古老地块区或岩性均一的地带,经常有明显的格子状水系。在构造较复杂的地带和包括了各种不同构造单元的广大范围内,水系的发育也存在有受北东和北西两个方向相制约的现象。从而在大范围内构成了隐约存在的有规则的水系网络。不论哪个方向的河流凡是流至符合这一网络的方向就有沿这一固定方向发育的特点,甚至常常构成河道形态极不正常的转折。河流的许多大转折点、夺河点、汇流点等常是分布于这些网络线上。

在我国的不同地区,由于构造和岩性的复杂性使得水系发育了几组不同的方向,但其中北东 45° 和北西 315° 左右的两组发育最普遍。另外还有海岸、湖泊、盆地等许多地貌单元的边界也常受这两组方向的控制。我国的长江与黄河,其许多段落就是顺这两个方向延展的。如长江中下游宜昌至长江口的转折,黄河兰考至黄河口段的方向,都近于北东 45° 或北西 315° 左右。在地质图上或卫星照片上沿这些河谷附近常有断裂构造断续出现。前述的黄河口至菏泽一线,扬州-铜陵地震带等的方向也与此相一致。这说明地貌形态和地震活动的方向一致,共同反映了我国地壳上这一破裂网络的存在及其活动的特点。

近年来卫星影像资料也提供了许多前未揭示的地面地质现象,其中较突出的是显示了地表广泛分布的多组不同方向的线性构造。

在我国及邻近地区的情况可以看出发育有多组不同方向的线性破裂构造。其中的几组方向与以前有人所指出的全球性的一些线性构造方向是接近或一致的。可见它们实际就是全球性断裂网络的一部分。在多组线性构造中,接近北东 45° 和北西 315° 的两组在

不同地区显现程度不一。我们选择了穿过不同构造单元的地段, 平原区与山区的交界地带, 区域构造走向与上述网络方向不一致的地区等, 检验是否有其存在, 得到的答案是肯定的。

有些地区的新构造活动, 如新火山口、玄武岩溢出点以及温泉的分布、黄土区沟谷系统的发育、地裂以及地震等烈度线、震害的分布规律等许多地震宏观现象也都与大范围规则断裂网络有着密切的关联。

深部重力异常图所反映出的重力梯级带的分布、航空磁测资料中磁力高、磁力低所反映的磁异常带的分布以及地壳形变测量所得的一些资料, 也常与上述断裂网络分布方向一致。

四、地壳强度与强震的网络性问题

破坏性地震是地壳的一种高速弹塑性破裂或再破裂的过程。每一次强震的发生都是地壳区域性破裂的一个组成部分。同时, 地壳区域性破裂规律必然对每次强震的发生起

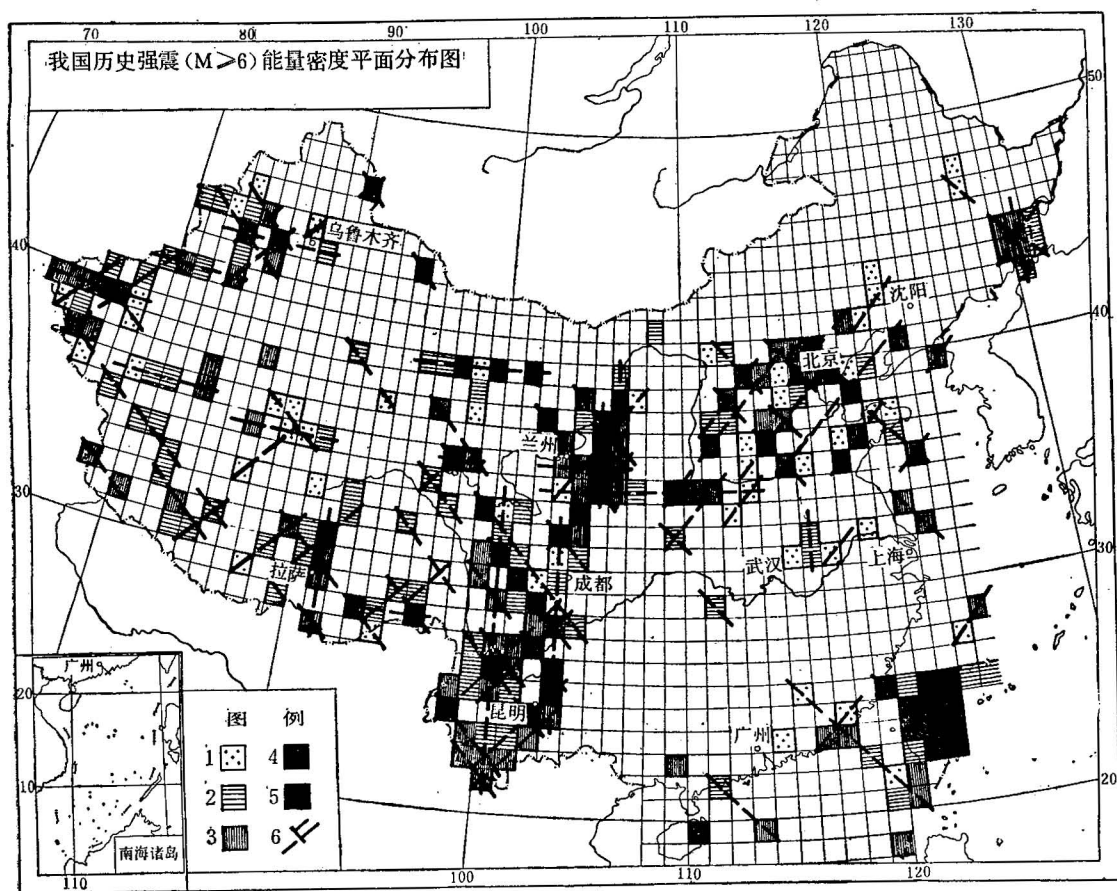


图 6 我国历史强震 ($M \geq 6$) 能量密度平面分布图

1. $E10^{20}$ 尔格; 2. $E10^{21}$ 尔格; 3. $E10^{22}$ 尔格; 4. $E10^{23}$ 尔格; 5. $E10^{24}$ 尔格; 6. 破裂带展布方向。

着重要的控制作用。地壳现代区域性的破裂规律一方面取决于区域性地壳强度(结构、成分)的分布规律,另一方面又取决于现代地壳应力场的主要特征和动态(运动的方式、速度)。所以探讨现代地壳的破裂问题必须把力与地壳强度这一对矛盾统一起来考虑。

我们知道,减低地壳强度的主要的因素之一是断裂带的存在。就一条断层(裂)来说,减低地壳剪切强度的因素主要是断层的规模、产状、动态,而不是其生成的时间与顺序。从一个较大的地块分析,某一方向上剪切强度的降低,不仅取决于该方向上每条断层的规模与产状,而且很重要的还取决于该方向上所有断层的成带性强弱与其综合效果。换句话说,我们选取的地壳块体愈大,每条断层(裂)的走向与曲率对其强度影响愈小。我国地壳上的新、老构造形迹有明显的网络特征。因之它们“刻划”出来的区域性弱强度带必具有更加规则的网络特性。而地壳强度在空间上的分布规律又是现代构造运动(包括地震活动)显示状态的基础,故后者也具有一定的网络性特点。

中、强震是地壳突然发生弹塑性破裂的最直接反映,此破裂过程发生于地壳“似连续介质”之中,故中、强震不可能是孤立的偶然现象,必然通过区域应力场彼此之间发生着特殊的内在联系。因此,通过对中、强震震中、能量、频度在平面上分布的研究可以进一步探

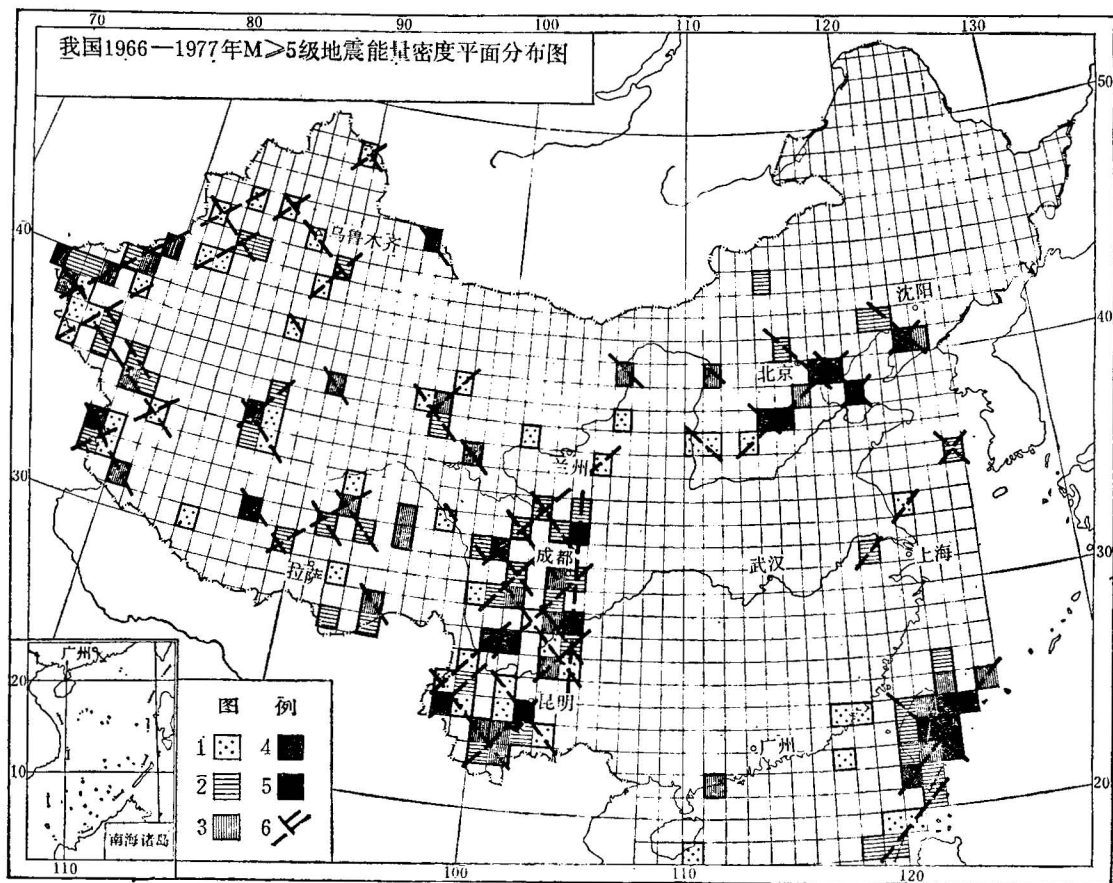


图7 我国1966—1977年 $M \geq 5$ 级地震能量密度平面分布图

1. $E10^{19}$ 尔格; 2. $E10^{20}$ 尔格; 3. $E10^{21}$ 尔格; 4. $E10^{22}$ 尔格; 5. $E10^{23}$ 尔格; 6. 破裂带展布方向。

讨论地壳区域性破裂的一些特征。

从我国境内 $M \geq 7.7$, 周邻地区 $M \geq 8.0$ 的强震分布图中可以明显看出有三条大型的北东向强震带。它们大体上相互平行展布, 间距近似相等。最东的一个带是亚洲东南岛弧强震带, 中间是中国大陆中央强震带, 西部是帕米尔-天山-贝加尔强震带。这些强震带是地壳现代弹性形变能量高速度积累, 集中释放的地带。它们与几条北西向地震构造带, 如帕米尔-喜马拉雅带与阿尔泰-河西走廊带等大体成直角相交, 构成了一个现代大型的活动构造网络的主体。相交会的地区正是强震最为活跃的地段。在各条大带之间还包含着许多条北东向和北西向大体等距分布的次一级的带, 组成了一幅主次分明的网络图象。

也可从强震能量在平面上的分布特点来反映地壳区域性破裂的规律性。我们选定经、纬一平方度 (1° 经度 $\times 1^\circ$ 纬度) 为基本单元, 取我国历史上 ≥ 6 级的地震, 计算每平方度内的强震总能量, 作出相应的能量密度分布略图。可以看出, 在我国境内有约 260 个基本单元内发生过一次或数次 $M \geq 6$ 的强震, 可称作强破裂单元。其中能量 $E \geq 1 \times 10^{23}$ 尔格 (相当 $M \geq 7.5$) 的只有 48 个, 它们有沿北东和北西方向成带分布的特点。说明我国地壳在总体上沿这两个方向弹塑性破裂较强。在图 6 中将许多强破裂单元直接用等能量线连接成带, 可以看出沿北西和北东方向分布的高能破裂带 (由 10^{20} 尔格以上数量级的破裂单元组成) 分布最为广泛, 而在我国中部等地则有近南北向的破裂带, 沿鄂尔多斯和四川盆地两侧最强。此外沿东西向也有一定的成带性。

总的看来, 沿北东和北西方向的成带性最强。这些破裂带有规则的展布反映了我国地壳强弹塑性破裂在整体上的概况, 这些破裂带与目前地质上所认识的活动断裂带有相重合的地方, 也有不重合的地方。各组破裂带相互交叉呈规则网络图式与前面所说的中小地震分布网络、地貌地质上反映出的网络、方向等都是是一致的。除破裂单元有成带分布并交叉成网外, 它们还在一些地区连结成片, 构成破裂区, 如华北区, 台湾区。因此除可据能量划分地震带外, 还可划分地震区并定量地确定其内部的主要结构, 如南北地震带不仅可分为东西两侧, 而且可分为南北二区。

按上述方法将我国近年来 (1966—1977) $M \geq 5$ 的中强地震的能量也进行了统计。可以看出我国近期的地壳高能破裂单元也具有明显的成带性和网络特征 (图 7)。而主要弹塑性破裂带的交汇点也正是近十年来强震活动集中的地段。如甘孜地震 (1973 年 7.9 级) 和唐山地震 (1976 年 7.8 级), 不但发生在我国最大的两个高能破裂区和近百年的较大高能破裂带交汇区内, 而且都发生在近十年来的主要破裂带上或其交汇点附近。因此按时间程序研究各区的主要破裂带和其交汇点的动态可为确定未来强震发生地点提供区域破裂状况的背景。

综上所述我国现代地壳破裂网络是叠加在我国各地复杂的构造背景之上的 (图 8)。其方向有与老构造一致的一面, 但也有不一致地方。说明这是一套正在活动的发展着的最新断裂系统。

对地壳上断裂网络问题的讨论涉及到地球动力学的一系列问题。许多研究者认为这特别是涉及地球旋转的效应问题 (包括自转角速度的变化、极移以及潮汐摩擦等所可能产生的地质效果)^[24,25]。本文只是着重讨论了在我国地壳上存在的一套现代的规则破裂网络的一些具体情况。这一破裂网络显示出的在大范围有广泛的存在和高度的规则性,

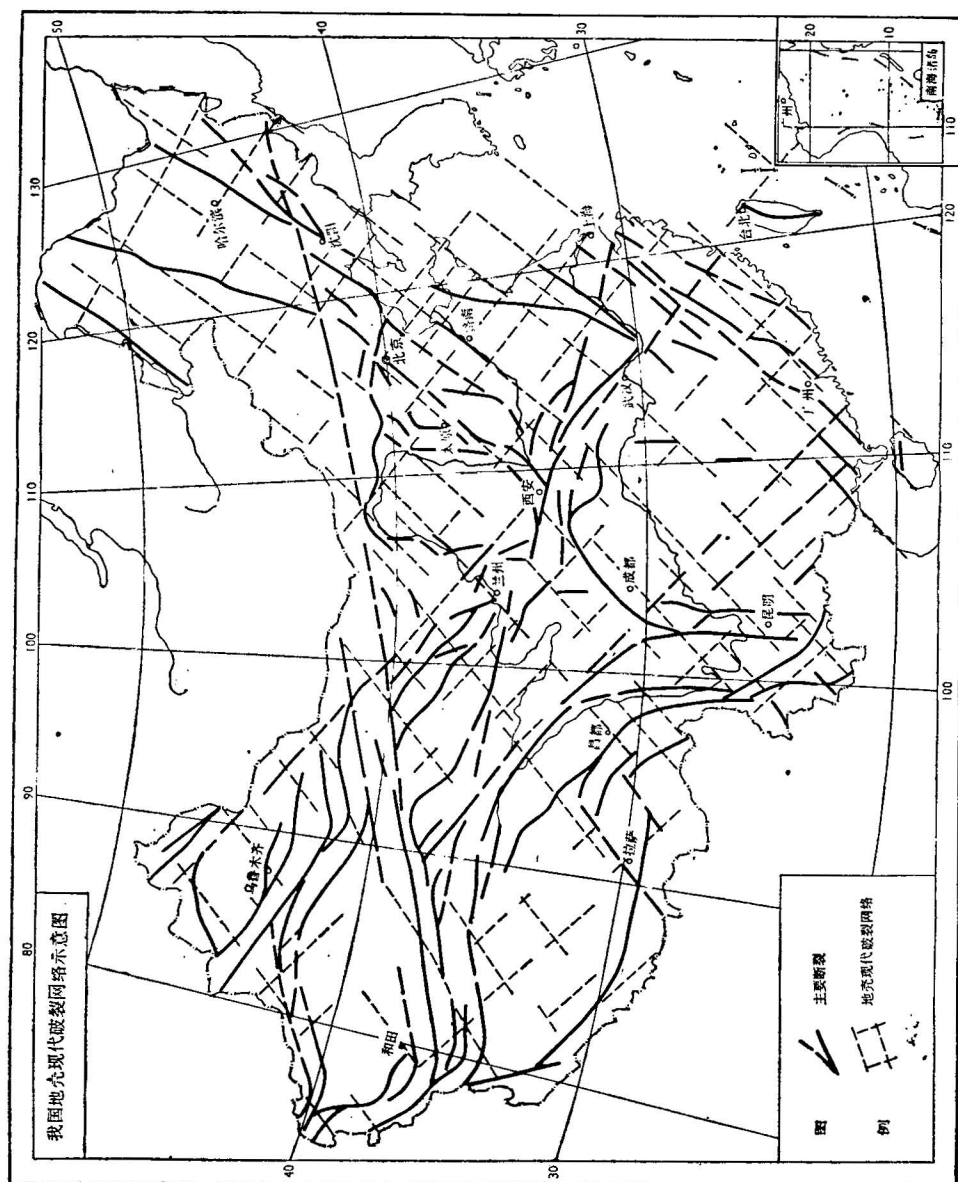


图 8 我国地壳现代破裂网络示意图

看来只能用涉及地球整体运动的统一应力场作为其形成的力源。但是地表的构造是极其错综复杂的。加以还有地壳表部各种构造单元间的相互运动(板块或断块间的), 地球内部物质的运动等因素, 都对这一规则的破裂网络起着叠加、干扰和改造的作用。因此应力场的统一性只能是一个方面, 其不统一的一面也不能忽视。故在研究现代应力场问题时, 还需要对各方面作全面的考虑。

参 考 文 献

- [1] Vening Meinesz, F. A. 1947 Shear Pattern of the Earth's Crust. Trans. Amer. Geophys. Un. vol. 28, no. 1, pp. 1—61.
- [2] Стовас М. В. 1963 Некоторые Вопросы Тектогенеза. Проблемы планетарной геологии. госгеотехиздат. 222—274.
- [3] Долицкий А. В., Кийко М. А. 1963 О причинах Деформации земной коры. Проблемы планетарной геологии. 291—311. Госгеотехиздат.
- [4] Moody, J. D. 1966 Crustal shear patterns and orogenesis. Tectonophysics no. 3, pp. 479—522.
- [5] Пейве А. В. 1956 Общая характеристика, классификация и пространственное расположение глубинных разломов. Известия АН. СССР. сер. геол. №. 1, 90—105.
- [6] Hast, N. 1969 The state of stress in the upper part of the Earth's crust. Tectonophysics. no. 8, pp. 169—211.
- [7] Richards, T. L. 1973 A terrestrial shear pattern? Pure and Applied Geophysics. vol. 110, no. 9, pp. 2012—2021.
- [8] Шульц С. С. 1975 Линейные и мозаичные системы сдвигов на космических снимках земли. Геология и разведка. №. 1 16—21.
- [9] 李四光 1973 地质力学概论. 科学出版社.
- [10] 李四光 1978 地质力学方法. 科学出版社.
- [11] Chang, W. Y. 1961 On the mechanism of blockfaulting of the Chinese craton. Scientia Sinica. vol. 10(3). pp. 362—375.
- [12] 张文佑、钟嘉猷 1977 中国断裂构造体系的发展. 地质科学, 第三期 197—208.
- [13] 张文佑等 1978 “断块”与“板块”中国科学, 第二期 195—211.
- [14] 张伯声 1962 镶嵌的地壳. 地质学报, 第 42 卷第 3 期.
- [15] 张伯声 1965 从镶嵌构造观点说明中国大地构造的基本特征. 中国大地构造问题. 科学出版社 66—95.
- [16] 郭增建, 张诚 1962 1949 年到 1960 年中国大地震的震源机制研究. 地球物理学报, 第 11 卷第 1 期.
- [17] 时振樑等 1973 我国强震活动和板块构造. 地质科学, 第 4 期 281—293.
- [18] Allen, C. R. 1975 Geological criteria for Evaluating seismicity. Geol. Soc. of Amer. Bull. vol. 86, pp. 1041—1057.
- [19] Molnar, P. & Tapponnier, P. 1975 Cenozoic Tectonics of Asia. Effects of a continental collision. Science 189, pp. 419—426.
- [20] 王嘉荫 1963 中国地质史料. 科学出版社.
- [21] 中国科学院地质研究所实验地震研究组 1977 地震迁移和破裂发展. 地质科学, 第 1 期 52—64.
- [22] 国家海洋局地震预报组等 1974 利用地震资料和天文周期分析的方法开展中期地震预报. 地质科学, 第 2 期. 107—116.
- [23] Marc, L. Sbar; Lynn, R. Sykes 1973 Contemporary compressive stress and seismicity in Eastern North America. An example of Intra-plate Tectonics. Geol. Soc. of Amer. Bull. vol. 84, pp. 1861—1882.
- [24] Scheidegger, A. E. 1963 Principles of Geodynamics Springer-Verlag.
- [25] 李启斌等 1973 中国大陆强地震与地球自转角速度长期变化关系的初步分析. 地球物理学报, 第 16 卷 71—80.

SEISMICITY AND THE RECENT FRACTURING PATTERN OF THE EARTH CRUST IN CHINA

Ding Guoyu Li Yongshan

Abstract

The fracturing of the crust, being in action recently in China and in more extensive regions, appears to be characterized by some kind of a regular network. This feature may be confirmed by historic and recent seismicity, geologic and geomorphologic evidences, as well as the diagnostic distribution of linear structures identified from the satellite images.

The seismic events of continental China correspond only partly to old tectonic structures. In general they are distributed along some definite directions, mainly NE and NW, occasionally NS and EW as well, forming a zonal and conjugated pattern. As a result, there appears on a large scale a regular network of the recent crustal fracturing.

The events which took place intermittently along these fracture zones were in general correlated each other in accordance with a definite regularity both in space and time. In most cases the stronger earthquakes occurred right in the intersections of these crust-fracturing zones.

The very feature that the recent crust-fracturing appears in a network pattern, can be used to account for the correlation between individual earthquakes on a large scale. The study of the crust-fracturing pattern is therefore a highly significant topic for deciphering the stress field of recent structure and in earthquake prediction.