

我国大陆东西向构造与地震活动的关系

向 光 中

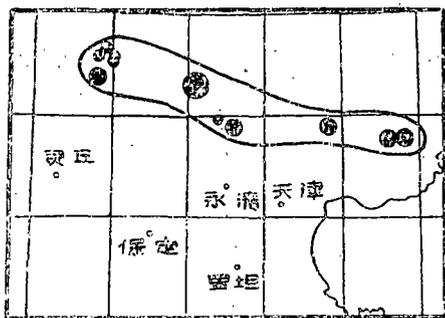
(国家地震局兰州地震研究所)

我国是一个强震很多的国家。对其发震构造,已有不少同志作过研究。有许多地震震中区本来是几组构造的交汇处,但人们往往把它们归结为与一个方向的构造有关。如我国东部的北东向构造,西部的北西向构造被视为发震构造;其他方向与之交汇的构造,如东西向构造则被视为次要的。作者通过对国内外一些大震发震构造的分析,认为东西向构造具有相当重要的作用,不能当作次要构造看待。本文试图就这方面作些探讨,着重阐明我国大陆内东西向构造与中浅源强震活动的关系。关于地震活动空间上的不均匀性也附带作适当的分析。

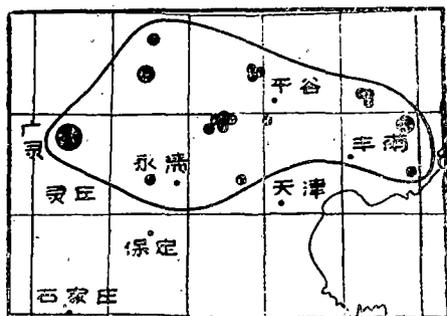
一、东西向构造带内地震活动的成带性和迁移性

我国地震带的构造情况相当复杂。其中南北地震带和北西、北东向地震带已有同志作过研究。本文着重讨论强震沿纬度活动的情况。在这方面,王嘉荫教授曾经指出我国许多地震沿东西方向有迁移现象^[1]。事实证明,东西向构造与地震活动的关系,不仅具有地区性的意义,而且具有世界性的意义。关于东西向构造与地震活动的关系,具体表现为:

1. 强震发生前,有一系列小震沿东西方向活动。如一四八四年河北居庸关 6½ 级地震和一五八一年广灵、蔚县 6 级地震发生前十年有感地震的分布,基本上分布在东西向构造带内^[2](见图一、图二)贾云年等同志也指出^[3],一六一〇年~一六七九年期间,五个 6 级以上地震的发生表明整个燕山东西向构造带的普遍活动,在空间分布上有向三河——平谷大



图一 1488年居庸关大震前十年有感地震分布
(根据北京地震队、地球物理所)



图二 1581年广灵蔚县大震震前十年有感地震分布
(根据北京地震队、地球物理所)

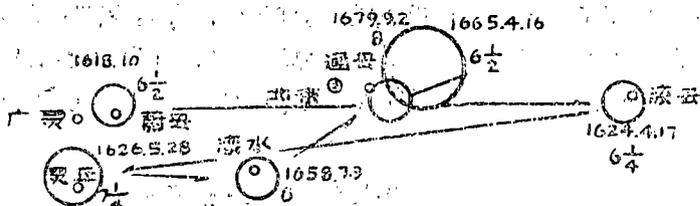
地震的震中附近集中的趋势(图三)。

2.在不太长的时期内,一系列强震发生在相同纬度范围的东西向构造带内或在其附近。例如:一九七五和一九七六两年中,全球在北纬40度左右

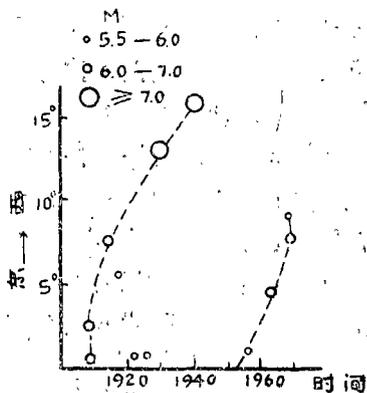
地带内,发生了二十多个6级以上的强震;一九三七年元月在北纬35度附近的青海阿兰诺尔发生了7.5级地震,八月又在山东菏泽发生强烈地震,这可能与目前活动的35度构造带有关。对这一纬度内的地震活动,刘庆民同志指出〔4〕,大约每隔一百二十年有一个活动周期,这一点可作为地震活动与东西向构造有关系的证据之一。

3.不同时期发生在同一纬度范围内的地震,彼此之间虽无迁移关系,但位于同一东西向的构造带上。有的震中区在地表上虽然没有显示出东西向的构造形迹,可是震中位置大体处在同一纬度上。这种情况见于我国许多地区,国外也不乏其例。这种情况,不可能由于是震中位置不准所造成的偶尔巧合。可为实例的,有青海久治和达日地区于一九三五、一九四七、一九四九和一九五二年发生的四次6级到7¼级地震,共同位于33度的纬度线上。

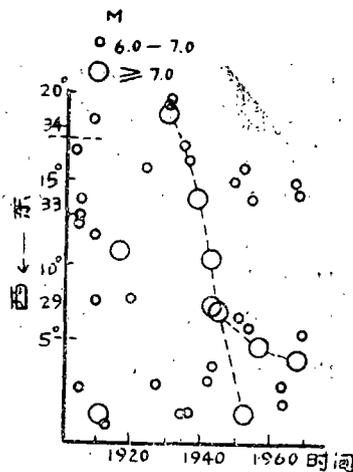
4.震源位置沿东西方向作有规律的迁移。如位于欧洲北纬35~45度之间的亚速尔断层,是一条近东西方向的地震构造线。一九一〇~一九四五年,浅源强震沿这条构造线由东向西



图三 三河、平谷地震前70年间五个6级以上地震的分布图 (根据河北省地震局地质组)



图四 亚速尔地带地震迁移图 (根据帕勒切兹科瓦)



图五 北安纳托利亚带地震迁移图 (根据帕勒切兹科瓦)

迁移;一九五五年以来,震源仍沿同一方向迁移(图四)。另外,安纳托利亚半岛的两条地震构造线都沿东西方向延伸。震源的移动,在一定时期由东向西,另一时期则由西往东(图五)〔5〕。

上述情况表明,东西向构造并没有“僵化”。而且,还在地质上显示出新活动的特点。如在北京密云铁矿地区,东西向新断裂切割了晚近形成的北北东向构造。云南一些地区的东

西向构造切断了新生代以来形成的高原面〔6〕, 青藏地区具有新活动特征的构造湖沿东西向构造发育; 此外, 深部岩浆活动的高热流地热及近代的火山活动, 如第四纪的强巴欠火山岩区就沿东西向构造喷出, 并属于昆仑山南缘东西向火山带的一部分〔7〕。

二、我国东西向构造带的地震活动

为了进一步阐明我国东西向构造与地震活动的关系, 我们再按地区进行研究。

1. **华北区:** 包括阴山、燕山构造带之南, 秦岭构造带(即宝鸡、西安、许昌、宿迁一线)之北, 桌子山、六盘山之东的地区。区内除较广泛发育的北东向或北北东向的构造外, 根据地质、物探资料分析, 东西向构造在太行山以东地区已确定有六——八条。很多强震发生在上述两组构造的交汇处附近。如:

(1) 一九七六年七月, 唐山、丰南 7.8 级地震发生于阴山——燕山东西向构造和北东向构造交汇处附近。物探资料证明, 唐山地区位于东西向与北东向重力高值带的相交部位〔8〕。据钱家栋、桂西太等同志的研究, 震前电阻率变化异常区呈近东西向展布, 并与当时的地壳下沉相一致, 直至一九七六年十二月上述异常现象才见消失, 说明震前东西向构造曾经有过活动。震前地磁 ΔZ 异常空间的分布和上述电阻率的变化情况大体一致〔9〕。

沿阴山——燕山东西向构造带发生的地震, 还有一九七五年二月四日辽宁海城的 7.3 级地震, 一九七六年四月和林格尔 6.3 级地震等。历史上沿此东西向构造带曾多次发生过强烈地震, 其中以三河——平谷 8 级地震为最强。上述震中区内, 除东西向构造外, 还有与之相交的北东向或北北东向的构造。

(2) 一八三〇年磁县 7.5 级地震发生于磁县——大名近东西向潜伏构造与北东向太行山前断裂交汇处的附近。根据物探资料推测, 潜伏的东西向构造西延可能到达涉县附近〔3〕。一三一四年涉县 6 级地震和一一三〇三年赵城 8 级地震可能位于上述潜伏东西向构造的西端。磁县——大名潜伏构造往东延至益都、安丘, 一八二九年益都 6 级地震和一九三〇年磁县 7.5 级地震发生在同一构造带上, 时间只隔六个月, 这种情况的产生并不是偶然的。

(3) 一六六八年临沂 8 级地震和十七世纪山东西南发生的强震以及一九三七年菏泽的 7 级地震都位于近东西向构造出露地区的附近。临沂地震位于近东西向的临沂——菏泽构造带与郯庐深大断裂的交汇处, 菏泽地震则位于与北北东向范县沉降区的交汇处。根据物探资料推测, 临沂——菏泽构造带向西经新乡、修武延至焦作, 一五八七年修武 6 级地震发生于此构造带上。

(4) 一五五六年陕西华县 8 级多的地震位于秦岭北侧东西向构造与北东向构造交汇处附近。无论根据地球卫星照片的解译或根据河流流向的变化, 都说明渭河盆地内存在着东西向断裂, 而且还有现今活动的迹象, 所以一些强烈地震都发生于其附近。

2. **扬子地区:** 包括勉县、固城、隕西、南阳、怀远一线以南, 四川龙门山以东, 北纬 28 度以北的长江中下游地区。虽然在地震强度和频度方面不及邻区, 但震中区的地质背景往往相似, 即东西向与北东向构造交汇处的附近。如:

(1) 一五八五年三月巢县 6 级地震, 一六五三年霍山 6 级地震, 一九一七年霍山 6 ¼ 级地震和一九三二年湖北麻城 6 级地震大体位于北纬 31 度线上。冯文科指出〔10〕, 霍山一带存在着东西向的新生代断陷。可见所述地震发生于同一构造背景的地区带内。

上述地震带往东,一九六九至一九七三年震级为 $5 \leq M \leq 5.5$ 的地震沿溧阳到长江口外的分布说明,东西向构造可能由霍山往东继续延伸。溧阳地震的发生与此东西向构造的活动有关。

(2) 一六三一年湖南常德6级地震、湖北蒲圻地震、江西九江地震和安徽黄梅地震的震中,都位于东西向断裂构造带附近。这些断裂构造具有新活动的迹象(根据武汉地震大队及广州地震大队的烈度区划报告)。

(3) 七八八年陕西平利 $6\frac{1}{2}$ 级地震位于竹溪——谷城东西向构造的西端。东端在谷城附近消失,可是在同一纬度上的河南信阳、光山、固始一带又重新出现,不超过6级的一些小震沿此构造带分布。

3. 华南沿海区: 以闽粤地区为主,包括赣南和桂东的部分地区,也就是南岭东西向构造带分布区。很多迹象表明,新生代的岩浆活动和水系的变迁都与东西向构造有关。有些地区表现出北东向断裂被东西向断裂错断,同时也存在相反的情况,很多强震震中位于两方向断裂交汇处的附近。如:

(1) 一六〇四年兴化湾8级地震位于三南——寻乌——漳平——莆田东西向构造与长乐——诏安北东向断裂交汇处附近。一八〇六年江西会昌6级地震和一系列5级左右地震位于所述东西向构造的西端。

(2) 一六〇〇年和一九一八年广东南沃7级和 $7\frac{1}{2}$ 级地震、一九六二年河源6.1级地震发生在南沃——河源东西向构造与北东向长乐——诏安及邵武——河源构造交汇处。

(3) 一六〇五年广东琼山文昌阁的 $7\frac{1}{2}$ 级地震发生在琼北东西向构造带内。

4. 西北地区: 包括桌子山、六盘山以西,秦岭、昆仑山以北,即北纬35度以北、东经106度以西地区。一系列东西向构造出现在中新生代盆地或山前地带内,某些新断裂显示出水平错动断距可达数十公里。很多强震均位于这组断裂与其它方向断裂交汇处附近。如:

(1) 一九二七年古浪8级地震发生在中吾农山东西向构造与北北西向庄浪河断裂交汇处附近。东西向构造由古浪往东延至中宁、中卫。一五六一年中宁 $7\frac{1}{4}$ 级地震、一七〇九年中卫 $7\frac{1}{2}$ 级地震以及多次发生于两地的6级地震均位于东西向构造带与近南北向构造带的交汇部位上。往西经天峻、大柴旦延伸到塔尔丁。古浪8级地震后的强余震、一九三八年天峻西6级地震、一九六八年霍布逊湖6.8级地震、一九五二年乌图美仁河6级地震、一九六六年乌鲁格河东的6级地震都发生在东西向构造带与北西向构造的交汇处附近。一九二四年民丰 $7\frac{1}{2}$ 级地震可能位于中吾农山东西向构造的西延带上。因此,民丰地震和古浪地震的“呼应”^[10]与此背景有关。

(2) 一九五四年二月山丹的 $7\frac{1}{4}$ 级地震发生在东西向构造与北北西向构造交汇处附近,当天发生的强余震($M=6$)位于主震正东。同年七月民勤7级地震、一七三九年银川——平罗8级地震都位于这一构造的东延方向上。虽然地表未见构造形迹,但它们都位于北纬39度附近。

上述银川——平罗地震和民勤地震的发生同东西向构造与近南北构造的交汇有关。

(3) 一九〇二年新疆阿图什8级地震发生于阿图什东西向构造带上。巴楚、乌鲁克恰提、乌恰的一系列6级以上的强震都位于阿图什东西向构造带上。

5. 西南地区: 包括北纬35度以南、东经104度以西的川西、云南、西藏等地。国家地震局西南烈度队一九七七年出版的文献^[12],对西南地区的东西向构造作过详细的记载,并指

出它们与强震的分布“似有一定的关系”。事实表明,东西向构造的存在和活动对西南地区强震的活动起着不可忽视的作用。如:

(1) 一五三六年和一八五〇年西昌的 $7\frac{1}{2}$ 地震发生在经中甸、木里、西昌、昭觉、盐津等地的东西向构造带上。另外还有一系列6级左右的地震聚集于西昌、冕宁之间。中甸附近也聚集有6级左右的地震。这些部位都是东西向构造与南北向或北西向构造的交汇处。西南烈度队的资料认为一九七四年五月十一日永善7.1级地震就发生在此东西向构造与其他方向构造的交汇部位上^[12]。

(2) 一五一五年云南永胜8级地震和剑川一系列地震位于会东、渡口至华坪的东西向构造带上。云南华坪6级地震和四川渡口东南拉蚌 $6\frac{3}{4}$ 级地震先后发生在一九五五年内,并都同位于此构造带北纬26度附近。

我国大陆还有许多强震发生在东西向构造活动的地区内,在此不一一列举。

三、国外与东西向构造有关的大震

国外与东西向构造有关的大震,实例不少,较为著名的有:

1. 一九〇五年蒙古人民共和国北部发生了两个8.3级以上的强震,震中位于同一纬度,经度相差一度,时间相隔四十四天。根据地球卫星照片判断,这两个强震的发生是受东西向断层控制。莫尔纳等人指出,一九五七年戈壁——阿尔泰地震的地表形变是由东西向断层造成的。

2. 南斯拉夫班尼亚鲁卡大地震,根据地壳测深资料,震中位于莫霍面上一个近东西向构造与北西向构造的交点上。由此可见与地震活动有关的東西向构造或其它方向的构造并不一定全部都露出于地表。

3. 兴都库什是中亚有名的地震区,地表有东西向构造显示。根据莫尔纳的研究,兴都库什山脉下面有一个东西向的中深地震震源带。

4. 一九〇六年旧金山地震和一八五七年圣巴巴拉地震均发生在美国两个东西向构造带^[13]与圣安德烈斯断裂交汇处的附近地区,圣费尔南多地震发生在从洛杉矶到圣巴巴拉约一百多英里宽的西向横断山脉和断层带的附近^[14]。

5. 一九七六年二月四日危地马拉7.5级地震的震中位于东西向的莫塔瓜断层与南北向断层交汇处附近^{[15][19]}。

上述实例表明,东西向构造与地震活动的关系具有全球性的特点。这一切都与地球整体运动的机制密切相关。

四、东西向构造地震活动的机制

一九一一年霍布斯指出,地球的整个外壳很可能具有某种统一的应力、应变条件。我们可以运用夏德格的理论来讨论全球应力问题。夏德格在假定极移路线正切于180度子午线的基础上建立了一个切应力网,如图六所示^[17]。这个模式不仅可以解释东西向构造为主的全球性特点,还可以说明北东向和北西向构造对称以及两者之间近南北向构造带出现的原因。夏德格编制的切应力网图既与米纳德在东太平洋确定的断裂构造相吻合,又与我国一些强震

区的共轭构造相吻合。因此，可以把极移力视为形成整个地球构造形迹的统一作用力。根据文献资料，极移产生的应力较地球自转速率变化产生的应力大几个数量级^[18]，看来将极移力作为地壳运动的驱动力在理论上和事实上都是有根据的。

如果将地球视作一个大体近似均匀的流变体，那末受力后产生的构造形迹就应该大体上近于对称。李四光教授曾经从地质力学的观点解释过我国一些构造形迹的对称展布^[19]。张文佑教授编制的地球表面断裂网格图也显示出一定的对称性。可是，地震的活动和分布却呈现出很大的不均匀性和非对称性。

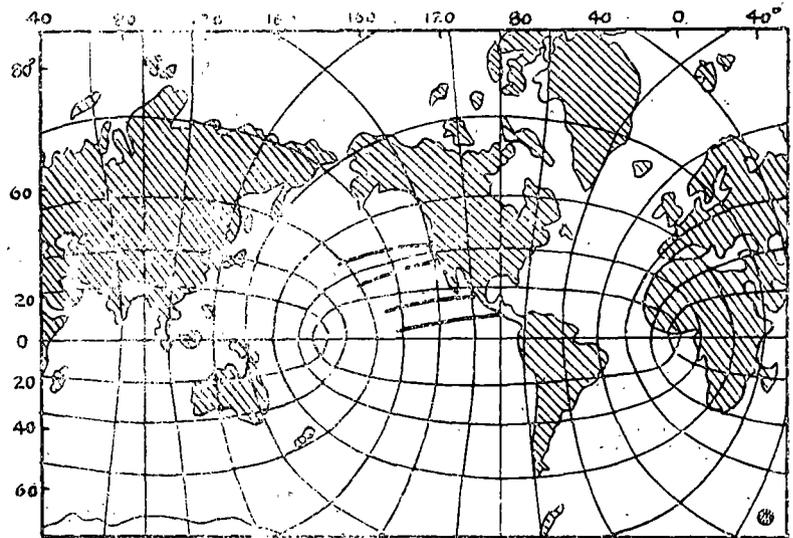
如果仅以力学的观点来解释，那么将会遇到无法回避的困难。

根据文献资料，我国一些强震活动的地区，新生代以来或第四纪以来曾经有过火山活动，我国东南沿海地区新生代玄武岩浆喷出活动的强度与地震活动的强度基本一致。正村史朗在他的文章中指出，我国北纬35度的一些地震发生前后，位于北纬35度附近的日本富士山也随着发生火山喷火^[20]。如果地热现象是壳下物质活动的一种表现形式，那末地热情况的变化可能是壳下物质活动状况变化的反映。东南沿海地震活动的强度与地热变化具有同步相关的特征。由此推测地震的发生可能与壳下物质的活动有关。付承义教授根据地震前的地球物理异常，认为地震的发生与地下局部地区发生物质迁移有关，并提出了“红肿”假说^[21]。

人们在研究地震活动与周围介质关系时，注意到介质的结构和物理机械性质；但介质的结构和性质是可变的，而引起变化的原因也与壳下物质的运动有关。一些学者认为，壳下物质具有高温、力学性质不稳定及含有水分等特点。它的活动将会引起地壳、岩石圈和地幔物质发生物理化学性质方面的变化，进而改变了它们的力学性质，并使极移力的量级被调整增大。根据火山活动的分布推断，壳下物质的活动具有不均匀的、不对称特点。由此可将极移力的作用与壳下物质的活动统一起来，对地震的活动与分布进行比较合理的解释。

斯托瓦斯指出^[22]，世界上毁灭性的地震多分布在北纬30—40度之间。日本学者茂木清夫指出，全球8级以上地震的不同活动周期，空间上出现于不同的纬度带内。还说，这类地震带由低纬度带向高纬度带迁移^[23]。为什么一定时期内的地震集中发生在一定纬度上呢？这也可以用壳下物质的活动给以说明。正村史朗认为，不同期间沿不同纬度发生的地震与地壳及地幔物质的移动有关^[20]。候德封教授也曾指出，壳下有一些物质在不同时期内集中在不同纬度上^[24]。至于壳下物质为什么会有这样的情况呢？其原因有待进一步研究。

总之，引起地震发生的原因相当复杂，既关系到地质构造和力学方面的问题，也关系到



图六 假定极移的路线正切于180°的子午线时，在柔弱地球中的切力网（与米纳德断裂带对照）（根据夏德格）

物质运动方面的问题。研究地震活动的规律，就需要把物质活动的表现形式和运动的规律与地壳构造的活动规律结合起来。只有这样，才能将地震的中长予报和短期予报结合起来，把地震予报工作提高一步。

参 考 文 献

- [1] 王嘉荫 中国地质史料 1963 科学出版社
- [2] 北京地震队, 地球物理研究所 北京地区地震活动性总结 地震战线 1971 (7)
- [3] 河北省地震局分析予报室地震地质组 关于河北省地震危险性的探讨 地球物理学报 1977 20 (3)
- [4] 刘庆民 我国古人对大震周期的认识 地震战线 1978 (6)
- [5] Prochazkova D. Migration of earthquake foci in Europe. Pure Appl. Geophys. 1973 110 2005—2011
- [6] 阚荣举等 我国西南地区现代构造应力场与现代构造活动特征的探讨 地球物理学报 1977 20 (2)
- [7] 邓万明 藏北第四纪火山岩岩石学和岩石化学初步研究 地质学报 1978 52 (2)
- [8] 李志义等 唐山地震区域构造背景和发震模式的讨论 地质科学 1977 (4)
- [9] 白家疃地震台 值得注意的震磁现象 地震战线 1978 (5)
- [10] 冯文科 大别山地区构造地貌特征 地质科学 1976 (3)
- [11] 郭增建等 震中迁移现象 地震战线 1977 (6)
- [12] 国家地震局西南烈度队 西南地区地震地质及烈度区划探讨 1977 地震出版社
- [13] 李四光 地质力学概论 1962 地质力学研究所
- [14] Wilson T. J. et al. Continents Adrift. 1972 Freeman
- [15] Frazier K. The Shifting Stretching Crust of Central America Science News 1976 110 (15)
- [16] Carr M. T. Geologic setting of some destructive earthquakes in Central America Geo. Soc. Am. Bull. 1977 88 (1)
- [17] Scheidegger A. E. Principles of Geodynamics. 1963 Springer-Verlag
- [18] 张文佑等 “断块”与“板块” 中国科学 1978 (2)
- [19] 李四光 旋卷构造及其它有关中国西北部大地构造体系复合问题 地质学报 1955 34 (4)
- [20] 正村史朗 关于予测远州滩—骏河湾, 房总东南近海, 土佐近海发生大地震的论据 国外地震 1977 (6)
- [21] 付承义 关于地震发生的几点认识 地震战线 1971 (8)
- [22] Стовас. М. В, О напряженном состоянии корового слоя в зоне между 30—40°. В КН. “Проблемы планетарной геологии”. (1963) Госгеолтехиздат.
- [23] Mogi K. Active periods in the world's chief seismic belts Tectonophysis 1974 22 (3—4)
- [24] 侯德封等 核转变能与地球物质的转化 1974 科学出版社