

厦金大桥地区地震危险性远景探讨

彭阜南, 叶银灿, 潘国富, 刘杜娟

(国家海洋局第二海洋研究所, 杭州 310012)

[摘要] 厦门—金门及其邻近地区的现代地震特征虽已有讨论, 但是自1999年9月21日台湾西部集集发生大地震($M=7.3$)之后, 促使人们考虑厦金地区在未来大桥工程修成之后的长期运转过程中, 是否有更大地震发生而受到波及? 这就需要从厦金地区周边更大的区域来进行分析。文章试图从台湾海峡地震内部成因、大陆福建沿岸的地震和台湾造山带内经常发生的较大地震可能对本区造成的危害进行探讨。

[关键词] 厦金大桥; 台湾海峡; 地震危险性

[中图分类号] P315; P54 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2005)05-0016-08

1 问题的提出

1994年10月14日在台湾海峡南部发生了 $M=7.3$ 级的强震; 1999年9月21日在台湾西部又发生了台湾本岛上最大的集集地震, $M=7.3$ 。这两次强震都给福建省南部沿海地带的结构物以一定的影响和损害。因此, 人们疑惑, 将来在邻近厦门—金门地区是否也会发生一个未曾估计到的较大地震, 使得厦—金地区的地震烈度将比目前中国地震局所厘定的区域裂度Ⅶ至Ⅷ度为高。

如所周知, 所有地震除属于人工者外, 均与地壳结构有关, 换句话说, 地震成因受制于大地构造。厦门和金门, 属于欧亚大陆东南沿, 位于台湾海峡西部, 从大地构造的角度, 则是位于两大板块(欧亚板块与菲律宾海板块)碰撞带的后方, 临近台湾造山带, 这三个不同大构造地区所产生的地震, 都将给予厦—金大桥所在的区域以一定影响, 但究竟影响到什么程度, 这是笔者所要深入探讨的。首先让我们分别讨论三大构造区域的地震特点, 然后讨论它们对厦—金大桥的长远影响。

2 台湾的地质及地震特征

台湾和台湾海峡在古生代时, 还是欧亚板块的

东南先端, 直到中生代, 这个古欧亚板块的前缘开始裂解, 并遭受太平洋板块的多次碰撞及多次反复沉降, 接受沉积并发生形变, 最后又和欧亚大陆板块拼接在一起, 这个时候, 台湾中央山脉的核心部分——大南澳片岩区形成了。以后, 到了新生代的上新统, 菲律宾海板块中的吕宋弧又和台湾沿花东纵谷相碰撞, 方向虽然是斜向的, 但其给予台湾中轴线地区的纵向构造——中央山脉系统的作用力是很大的, 它不仅促使中央山脉的形变加剧, 而且促使中央山脉系统上升, 上升的幅度已达到 5 cm/a 。需要指出的是, 菲律宾海板块和欧亚板块相碰撞的方式有些特殊, 其与太平洋西岸其他地区有所不同, 大洋板壳并不是向陆壳俯冲, 而是陆壳(欧亚板块)东向洋壳下方平缓地潜没, 因此两大板块的接触碰撞地带远比通常的洋壳俯冲带平缓、宽阔。实地调查的结果表明, 两大板块的碰撞带, 不仅在花东纵谷带出露(东带), 而且在中央山脉的西坡, 大约在八卦山地带也有显示, 那里是西螺地块亦即北港高, 也即欧亚板块先端, 其东面是地震波高速区, 即相当洋壳岩体的先端, 所以它是两大板块的古缝合线^[1-3]。

[收稿日期] 2004-07-16

[作者简介] 彭阜南(1923-), 男, 湖南韶山人, 国家海洋局第二海洋研究所研究员, 美国 Marine Georesources & Geotechnolgy 杂志 TST 专集客座编委

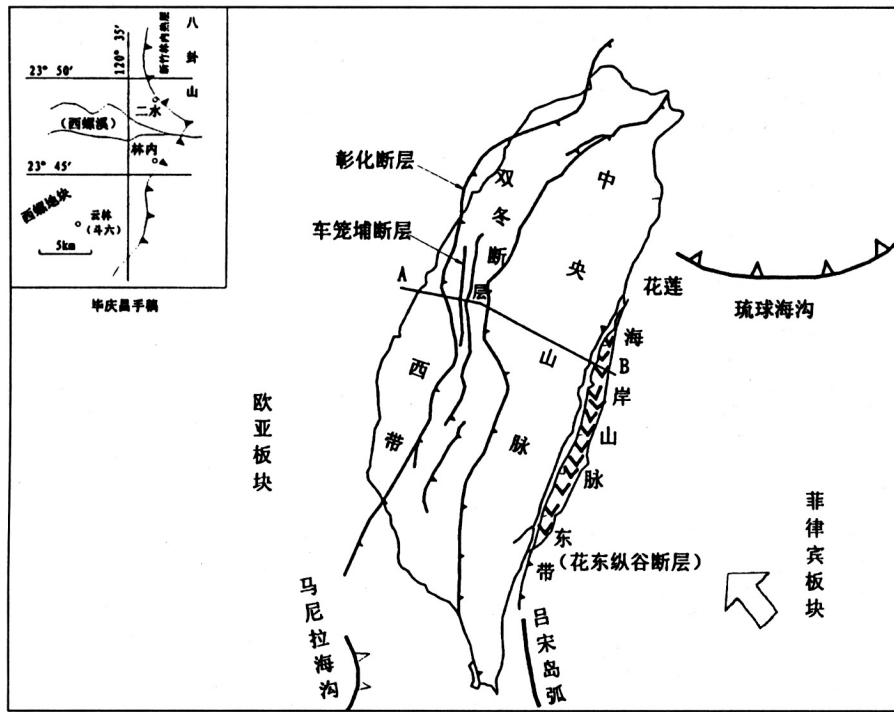


图 1 台湾大构造线分布图

Fig.1 Outline of the major structure of Taiwan

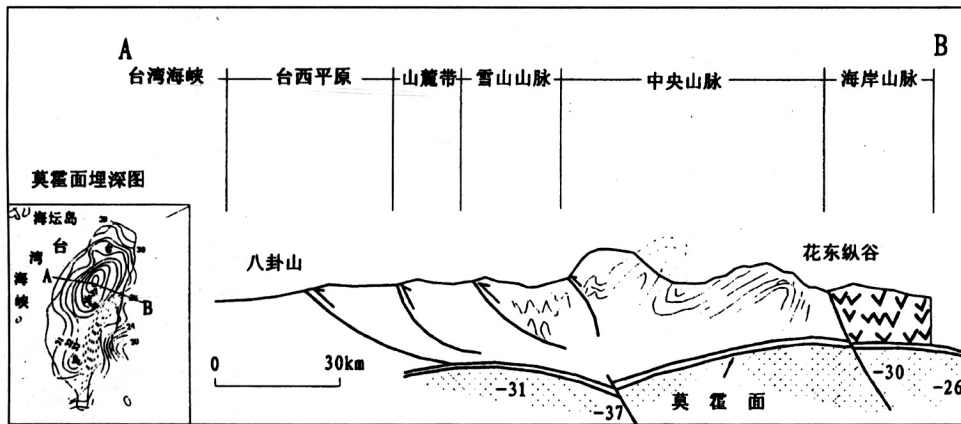


图 2 台湾中部地质剖面示意图 (莫霍面位置据徐德琼等, 1992)

Fig.2 Schematic geologic section across the median Taiwan (Position of Moho is from Xu Deqiong, 1992)

在两大板块的接触带为什么会出现两条地缝合带？即一条古缝合线和另一条新缝合线。从地质历史上看，地壳上板块运动总体上是向前进的，但却显示出阶段性的突进，这在欧亚板块和印度板块间的关系表示得很清楚。比如印度板块和欧亚板块的接触带在西藏东北部和云南西部，有好几条大的超地壳断裂带，沿南北向及北西向分布，沿着这些大断裂带有几条蛇绿岩套的存在，说明印度板块和欧

亚板块曾经沿这些地带相碰撞^[5]。而在台湾西部，大约在 35 Ma 前，即上新世时，菲律宾海板块与欧亚板块在八卦山断裂带一线（即北港高）相碰撞。国家海洋局二所和德国海洋研究所对南海的调查研究和台湾大学海洋研究所的研究结果发现，南中国海海盆（欧亚古板块的先端）的开裂与扩张正是上新世开始，同时洋壳下的岩浆从此上涌^[6]。这样，新生的洋壳开始向东推移，并和菲律宾板块

相碰撞,从而出现了马尼拉海沟。南海板块并向菲律宾海板块俯冲,最后消失。在南海板块的俯冲过程中,欧亚板块的东端受到南海板块俯冲时的牵引作用,也向菲律宾海板块之下潜没,以致形成今日在台湾西部,欧亚古大陆潜入于菲律宾海洋壳之下的特殊现象。这就出现了一条古欧亚大陆先端(即毕庆昌先生所称的西螺地块)和中央山脉山根之下深处的菲律宾海板块的古地体缝合线。因此,在台湾岛西部的山麓带之西与台湾海峡之间的作S状延伸分布的断裂并与马尼拉海沟的深处相联^[7],而八卦山断裂带只是S断裂系的中段。S断裂系在台湾西部是一套极为显著的大断裂带,它包括自北向南大致呈平行的多条活动断裂带,自东向西有双东断裂,车笼埔断裂和彰化断裂。这几条断裂的活动时期,自东向西由老而新。有的海洋地质学者称之为前陆冲断层(frontal thrust),并认为它是和马尼拉海沟相联的^[9]。有些学者也就认为S断裂系就是两大板块的接触边界^[2]。马尼拉火山弧与吕宋海槽是与当前的马尼拉海沟相配伍的两大板造单元。至于前面所说的欧亚板块与菲律宾海板块的第一次古缝合线或古碰撞带,虽然尚未找到蛇绿岩套分布带,但是中新世的澎湖玄武岩广泛分布于澎湖列岛上及其海下浅滩,已知延伸达 $70 \times 40 \text{ km}^2$,其厚度包括已知的三层在岩性上各不相同的玄武岩流层与三个含玄武岩质砂的三个间层,总厚度超过数十米。目前澎湖列岛上的最高处海拔达200 m,可见经过上新世以来长期的风化与海洋侵蚀之后,玄武岩系列的厚度沿可达数十米甚至达200 m,可见当年中新世玄武岩喷发的规模是很壮观的。在澎湖列岛西部花屿分布却是以安山质熔岩为主,且有石英安山岩质、流纹岩质及玄武岩质三种岩脉组成的复杂岩体。目前发现,在环太平洋带的火山岛弧,包括阿拉斯加与南美西部安地斯山,以及环太平洋岸的火山岛弧如日本、菲律宾和印尼均有安山质火山岩,其大地构造环境应属于中生代岛弧俯冲带。花屿的安山岩,据研究最早可以追溯到100Ma前的侏罗纪^[6],但当时所生成的俯冲带何在,尚未找到。而澎湖列岛的玄武岩层之间夹有砂质沉积岩、风化土壤和硅化木。沉积岩中含有有孔虫、贝类化石,并可能有鲸鱼骨骼化石,可能是属于一种海陆交汇地带的产物,不能算是标准的海下岛弧的喷出物。目前花屿安山岩的分布高度很大,且尚未被后来的玄武岩流喷出体所覆盖,又经过侏

罗纪以后的数千万年的地壳变动与侵蚀和风化,所以它生成的年代还需进一步测定。待这些问题逐一查清之后,这两大板块的最古的地缝合线的真实状态,是否有可能展现出来。也许被向西逆冲的台湾中央山脉褶皱山系掩盖住了,不过目前根据实际掌握的陆上及海上地质资料以及集集大地震的震害资料,特别是集集地震余震分布的特点(图3,图5),说明台湾西部山麓带是存在两大板块的接触带^[3,7]。

图4从地震波速说明由两种传播波速绝然不同的岩体所组成的板块先端在当今山麓带下深部相接触的状况;图5说明这个接触地带是集集地震余震密集分布的地带;图6更精细地标明集集地震的主震和诸多余震分布在西螺地块(即北港高)深部东突的边界线上,而这条边界线带露出地带,在地质调查中勘测出来的便是八卦山断裂一带^[1]。实际上西螺地块向东突出,其深部可能抵达中央山脉的西坡,这可由重力场分布的特征显示出来之外^[10],还可从集集大震之后的余震分布特征看出(图3)。

从图5可以看出,集集地震的余震平面上作半圆状,沿着向东突出的断层带(即两种岩性和 V_p 完全不同的岩体接触线)分布(图4),而在剖面上(图3),则在断层带上下最密集,且在断层带的上方密度更大。这个推断的断层带实际上是两种密度相差很大的岩体的先端界面,在此处实际上就是两个板块的先端的接触带,也就是地缝合线带(图6)。

上述资料表明,当菲律宾海板块上冲到欧亚板块之上时,碰撞时的应力首先沿着两大板块的缝合线东带释放,故在台湾东面的花东纵谷带释放。因此,在花莲外海经常发生中等深度的浅震,级别较大,频度较高,也就是人们所称的“台湾的沿太平洋地震带”。其剩余的应力,经过中央山脉向西,促使中央山脉每年逐渐抬升 $5 \text{ cm}^{[7]}$,还有可能促进其中的断裂进一步错动。如尚有残余应力,便逐渐在西带——中央山脉的西坡山麓带和几条最新的活动断层带聚集,例如车笼埔断裂,从而第二次得以释放。从集集大震的余震震中分布图可以看到一个现象,即大量的余震集中在台湾中部两大板块接触带的八卦山断裂带及其附近,向西则余震极为稀少(图5)。这就说明菲律宾海板块的冲击应力,经过台湾西部地震带的释放之后剩余的应力就很小了。再向西,板块冲击应力传播到台湾海峡就更为

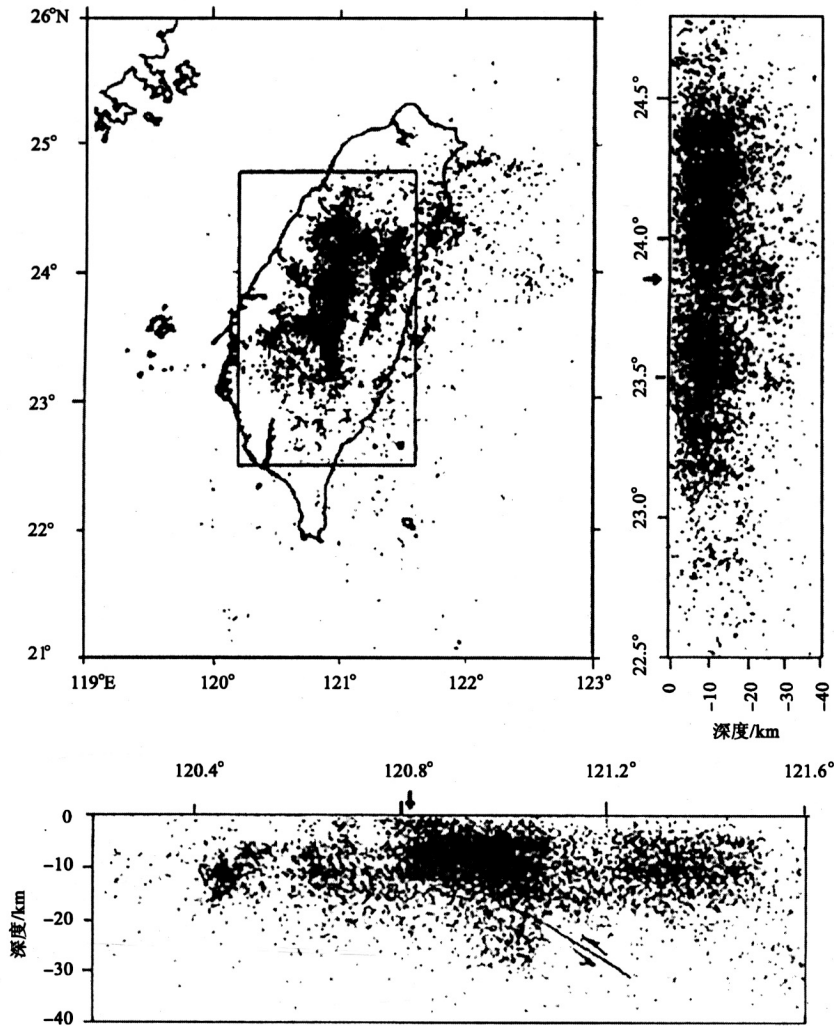


图 3 余震震源分布图

(1999 年 9 月至 2000 年 2 月, 沿 23.85°N 东西向剖面余震, $M \geq 3$)

余震特别沿推定的地震冲断层(即两板块界面)上下分布, 特别是逆冲盘最集中^[8]

Fig.3 Distribution of aftershock focus

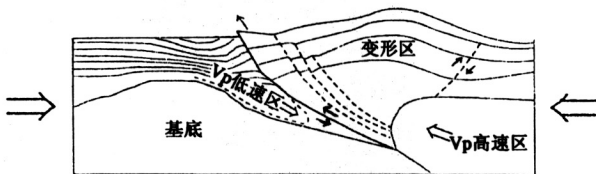


图 4 据集集大震波速结构而绘制的形变及断裂示意剖面

Fig.4 Schematic cross-sectional view of the thrusting and deformation by the velocity structure

减弱。台西平原的上部沉积层, 没有受到任何干扰和变形。台湾海峡第四纪以来的沉积层都作水平

状, 不存在褶皱和断裂, 也就说明菲律宾海洋壳的向西碰撞力传递到台湾海峡时就较小了, 其影响是不太大的。

3 台湾海峡内地震的特点

台湾海峡位于东亚大陆向海的前缘的内部, 位居台湾造山带的后方, 实质上是板内的一部分, 即板内的前陆盆地, 所以从地震分区来说, 应属板内地震。若从大构造的观点看, 它应是一个断陷盆地——不对称的断陷盆地, 东边深度远大于西边(图 7)。

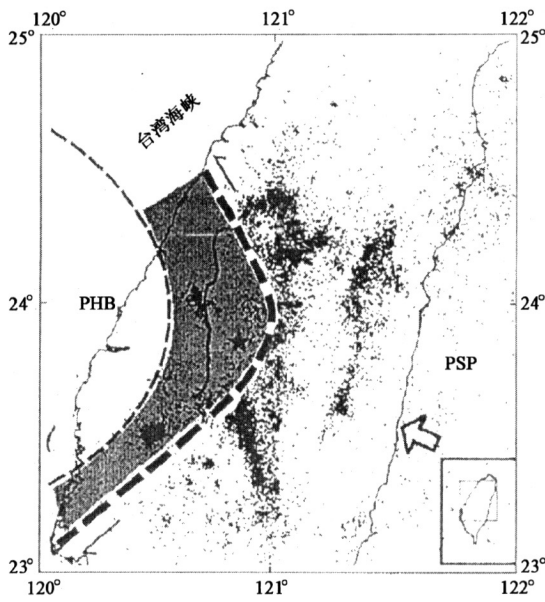


图 5 1999 年集集主震 (★) 及余震平面分布图
粗虚线带半号表示可能的断层带。PHB、北港高、PSP 菲律宾
板块。PHB 是从地下 9 km P 波波速等值线层画出^[8]

Fig.5 Distribution of 1999 Chi-Chi earthquake
and it's aftershocks

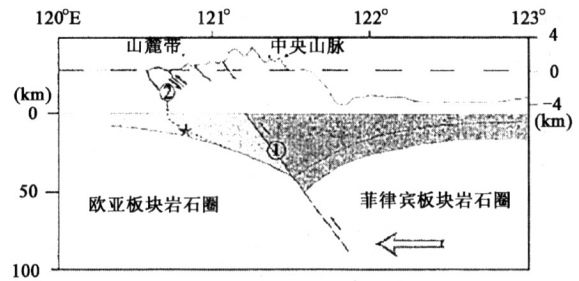


图 6 菲律宾板块与欧亚板块相互作用示意图
(沿 23.9°N 线剖面)

线①为地震区的西缘；线②为推断冲断层，
大致与车笼埔断层相当^[8]

Fig.6 Diagram of the interaction between the
Philippine sea plate and the Eur-Asian plate

板内地震的特点是震中多分散，而且级别不大，一般不超过 $M = 6$ 级，而一般断陷盆地中的地震，则震源生成于盆地四周断裂即断陷断裂的地带，因为断陷断裂是盆地继续活动的地带。但是断陷盆地的沉陷活动时期是成阶段性的，而不是均匀地连续不断地进行。因此，生成于断陷断裂的地震

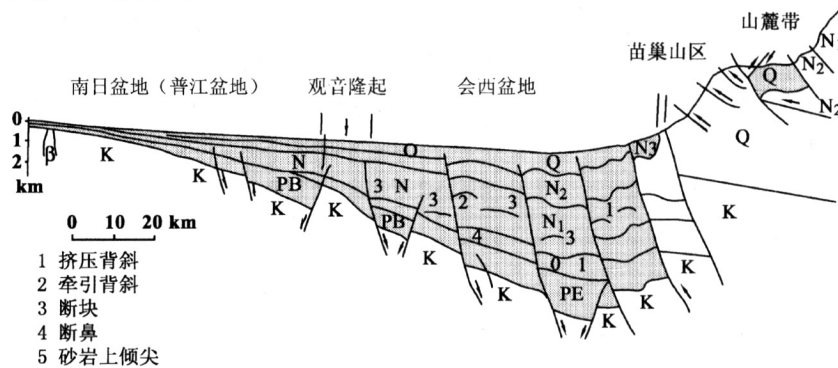


图 7 福建南日岛至台湾新竹—苗栗之间地质地震剖面图

(据中科院南海所及福建海洋研究所，1989 年 Chou&Yu, 2002 年 Biq C. C., 1997 年等资料改编^[9,14,15])

Fig.7 Seismo-geologic section from Nanri Island (Fujian) to Xinzhu-Miaoou (Taiwan)

活动是呈阶段性，也就是有活动期与安静期之分。当然这个活跃期与安静期的确定并不是很容易。卓秀榕等曾收集到从 1977—1979 年之间在海峡中发生的 $M > 0.2$ 中小地震，将这些地震震中整理成分布图^[11]，他们认为震中有成巢状或成带状的趋势，并认为这可能表明海峡的地震有沿着断裂带及断裂带的交点而发生的。但将这幅图件和台湾及大陆东北、华北地区在上世纪 70 年代的地震及余震分布特征作一对比，则这种成带成巢特点并不明

显。从这个图件中所显示的几条断裂特别是海峡中轴部的 NE 向断裂，在多条横切海峡的地震剖面中并未找到。因此，从 1977—1979 年间的中小地震震中分布，并不能显示出中小地震的发生与盆地间的边界断裂有关。这里是否可以说明，1977—1979 年的中小地震震中分布图至少不能显示出他们与海峡中各盆地的边界断裂有关。同时亦说明，在 1977—1979 年间的海峡下面的各断陷盆地的断陷断裂并没有发生错动，因为没有伴生的地震发生。

所以我们如将现代的历史地震资料再收集整理，就不难找出海峡中各盆地的安静期与活跃期的情况，同时并了解到台湾海峡中发生的地震最大级别。此外，文献 [12] 绘制过福建沿岸与邻近海峡内的地震分布图，陆上地震成带成巢分布，而在海峡内显示的（除南沃外海，可能与 NW 向转换性断层有关外）却是高度分散的。

据目前所掌握的资料，1604 年曾在泉州湾外海发生过 $M=7.5$ 大震，主要是发生在 NE 向滨海大断裂与 NW 向断裂交汇处。此外 1994 年曾在台湾海峡南部，从福建东山半岛至台湾的鹅銮鼻间的 NW 向类转换断层上的 7.3 级大震，主要是由于地幔流上涌而产生的^[13]。所以根据目前的资料，台湾海峡中发生的地震，均属中小型地震，其给予厦—金大桥区的影响也不会大的。

4 福建沿岸地带的地震特征

福建沿岸地震带的特征，受制于沿岸分布的地震断裂的特性，这一区域有两个系列的断裂，一个系列是 NE 向的沿岸及滨海断裂带，另一系列的断裂则是切割 NE 向断裂的多条 NW 向断裂。NE 向滨海大断裂，分布在福建滨海，大约在沿等深线 $-50\text{ m} \pm$ 线分布，在福建省沿岸分布的一段，北起自平潭岛，南至福建诏安，延至广东南沃、汕头以南则为广东一段。断裂延伸约 400 km，宽度达 10~20 km，由多条平行的羽状断裂组成。这组断裂深切地壳，其下的 Moho 面在此发生急剧变化，大陆一侧为 -30 km ，向海侧急剧变为 -28 km ，重力场在大陆作正负交替的梯度带，而在临海侧则为正布格异常带。因此这一带是地震常发生的地带，其历史大地震震中常在断层带的南北两端，且

有 NW 向断裂与之交汇，例如 1604 年在泉州湾外海的 7.5 级地震，以及 1918 年、1991 年在南澳外海的 7.3 级地震^[16]等。

在台湾海峡西北的福建沿海岸带有一系列 NW-NWW 向活断层。其断层走向为 $N32^\circ \sim 60^\circ W$ 。这些断层，有的学者认为是碰撞诱发的张断层^[19]。但是沿这些断层面上的滑移仍然是存在的。在福建南部沿海的东山湾，笔者在一个 NW 断层带上，观察到有一相当宽度的滑移破碎带，该处的石英火山岩被剪切后而形成一种致密状的碎屑岩，并显示出一种左移逆冲断层。

沿这些 NW 向断层带，已经发展为河谷或港湾。并且，沿这些断层尚有许多温泉和地震发生。所以许多 NW 或 NWW 断裂，多用港湾或河流的名称来命名。例如，自北向南有兴化湾断层，乌丘屿断层（一个 7.5 级的历史大震，1604 年，即沿此带与 NE 向滨海大断裂的交汇处发生），泉州湾断层，九龙江断层，东山湾断层，南澎断层以及汕头断层等等。而当这些断层向海延伸时，它们将与滨海 NE 向活断层交汇，其交点即为许多大、中、小型地震的震中，包括一些现代的历史地震。根据文献 [18]，这些 NW，NWW 的断层常常切割隆起了的 Moho 表面，幅度达 2.5~3.0 km，而且断层带上的重力场以及磁场都呈现异常。不过，这些断层根据原作者的图件，均未切至地表层（图 8）。

据笔者在福建沿岸的野外工作，在福建东山湾附近，存在一个向海作 SE 向的宽度甚大的断层，高度破碎，但甚致密，由石英岩物质所组成。而且此带斜贯台湾海峡，可能直至台湾岛的南端峨岙鼻，拟是一条西北向的类转换断层，该带附近为高

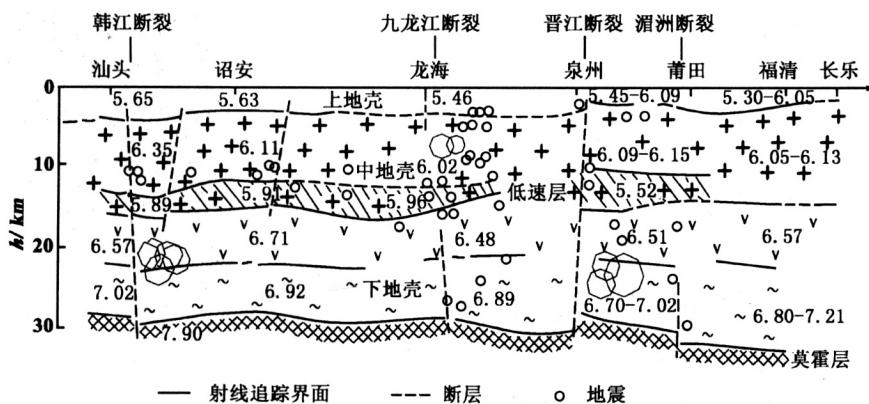


图 8 福州—泉州—汕头地壳构造图（改编自廖其林等，1998^[17]）

Fig.8 Crustal structure section from Fuzhou - Quanzhou - Shantou to show the position of major NW faults

度变质的动力变动岩,其附近产生过7.3地震*。

5 厦—金地区的地震工程特征

厦门及金门两岛及其间的水道基底的组成岩石均为结晶质岩石,水道内并有部分砾石层及部分粘土。这些岩石属于弹性体,部分属于粘弹性体。并且该岩体具有一定的自振周期。只有当外来地震波和岩体的自振周期相一致或极为接近一致时,共振的结果将使振幅加大。通常建筑设计师在做桥梁设计时,可以采用这三大地震带(台湾、台湾海峡及福建沿岸)中发生过的最大历史地震为标准做设计。再者,我们必须注意从上述三个地区,特别是台湾地区传播而来的地震波的特性,因为根据唐山地震的经验,在烈度Ⅶ度的地区,行驶中的火车有出轨的。

假设地震波的传播的方向平行于轨道,而且横波的水平振动幅又和行驶中火车的振动以及地基的自振的振幅相一致而发生共振时,则共振结果产生放大的振幅能导致火车出轨。作为纵波,如波进行方向与铁轨相一致时,则火车运行的速度可能有所改变,但对桥梁无害。

至于邻区的地震,会不会增加厦—金大桥的损害?实际上,这就涉及到地震的级别和地震烈度的衰减问题。如前所述,在台湾海峡发生和将发生的地震级别通常不会超过 $M=6\pm$,因为历史上台湾海峡只发生过两次强震,一次是1604年泉州湾大地震($M=7.5$),另一次则是1994年发生在台湾海峡南部的大震($M=7.3$),而这两次大震的震中都远离厦—金地区,1604年泉州大震和广东的南澳的另外两次7.3级的大震也都发生在NE向滨海大断裂的转折点。根据断裂力学和地质力学的原理,这两个大震震源发生的地点也都是地震能量容易集中的断裂的转折处,或者是类转换断层带附近。因此,在上述几个易于发生强震的地点之外,例如,平潭地区及厦—金地区也就不可能发生强震。再者,在厦—金地区以外发生的地震的烈度,当其传播至平潭地区及厦—金时,从水平方向和垂直方向都要衰减的,且有经验公式可循。

总之,厦门和金门位于NE向滨海大断裂之北侧尚有一定距离,平潭岛则更远,历史上只有在离金门岛尚有23 km之处发生过6.3级地震,其震中的强度则只Ⅶ度,其地震加速度最大也不过 125 cm/s^2 ,所以对平潭及金门—厦将来不会受到台

湾海峡的地震的影响。

6 从邻区发生的地震纵波对厦—金大桥的影响

组成厦金水道的基岩有结晶质岩体,砾岩层,局部含粘土。从岩石的力学性质来说,它们都是弹性体,局部为弹粘性体,都有各自的自振周期,当其受到地震波作用就有可能发生共振。发生共振导致振幅增大的基本条件是看地基的自振频率和地震波的频率是否一致或接近,这一点桥梁设计者通常是按国家地震局厘定的数值为依据的,所以同样必须考虑到桥基将会遇到来自台湾、台湾海峡以及福建沿海所发生的地震的可能最大值。这同样是一个厦金地区将遇到的可能最大烈度的问题。

现在还要谈到地震波的方向。这个问题之所以重要,是因为来自台湾方向强烈地震的震波都是指向福建的,或者说是和厦金大桥平行或斜交的,作为剪切波,如果地震进行的方向和大桥延伸方向相一致,则剪切波在水平方向上的最大振幅所造成扭力是否能造成行进中的列车出轨,是必须慎重考虑的一个重要问题。

如果地震纵波的行进方向和铁道延伸线一致,则对进行中的车辆行驶的速度可能有所影响,但对桥基的影响不大,有人计算过约为: $\gamma_{\max} = v_{\max} C_s^{[17]}$, γ_{\max} 为地基土层由地震产生之最大剪应变; v_{\max} 为地表的最大地震动速度(m/s); C_s 为地震波向前行进之速度(m/s)。

因此,在设计之前,必须慎重考虑台湾大震时,特别是台湾西带所发生的大震,例如1999年9月21日集集大震时,东西向地震波波列的特征,包括方向、频率、振幅、周期等。集集大震是台湾历史地震中在岛内发生的最大地震,其地震参数可以作今后设计时的重要参考^[20]。至于海峡内和海峡西岸的地震,因其级别较小,加之在传播过程中的水平向和垂直向的衰减之后,就不足为虑了。

参考文献

- [1] 毕庆昌.西螺地块附近地质简图[A].彭卓南,叶银灿.台湾海峡隧道地质与地震条件分析[J].高校地质学报,2001,7(2):175~188

* 据福建省地震局林思诚等的调查资料,1994年

- [2] Serge Lallemand. Was the 1999 Chi-Chi Earthquake in Taiwan a "Subduction Earthquake"[J]. TAO, 2000, 11(3):709~920
- [3] Cheng W B. Three-dimensional crustal structure around the source area of the 1999 Chi-Chi Earthquake in Taiwan and its relation to the aftershock locations[J]. TAO, 2000, 11(3):643~660
- [4] 徐德琼. 台湾海峡及其两岸重力场及磁力场特征[J]. 东海海岸, 1992, 10(2):1~13
- [5] 李 坪, 黄广恩, 杨美娥. 中国强震发生带地震构造的几点思考[J]. 高校地质学报, 2001, 7(3):245~256
- [6] 王执明. 台湾土地的故事[M]. 台北:台湾地科文教基金会出版, 2000
- [7] Wang Chienying, Chang C H, Yen H Y. An interpretation of the 1999 Chi-Chi Earthquake in Taiwan based on the thin-skinned thrust model[J]. TAO, 2000, 11(3):609~630
- [8] Wang Changsung, Huang Tzujhua, Yen I C, et al. Tectonic environment of the 1999 Chi-Chi Earthquake in central Taiwan and its aftershock sequence[J]. TAO, 2000, 11(3):661~678
- [9] Chou Yingwei, Yu Hoshing. Structural expressions of flexural extension in the arc-continent collision foredeep of western Taiwan[M]. Menlo Park: USGS (series 358), 2002, 1~12
- [10] 刘光夏, 等. 台湾地区地壳厚度的研究——三维重力场的反演的初步结果[J]. 科学通报, 1985, 35(24):1892~1895
- [11] 卓秀榕, 桂继光, 林 树, 等. 台湾海峡地震活动规律及断裂构造的地震学迹象[A]. 彭阜南, 陈运泰主编, 台湾海峡及其两岸地质地震研讨会论文集[C]. 北京:海洋出版社, 1991
- [12] 赵 勇. 漳州—厦门地区新生代伸展构造与地震活动关系讨论[A]. 彭阜南、陈运泰主编, 台湾海峡及其两岸地质地震研讨会论文集[C]. 北京:海洋出版社, 1991
- [13] 郑天愉, 刘鹏程. 1994年9月16日台湾海峡地震及其构造背景研究[J]. 地球物理学报, 1996, 39(1):66~79
- [14] 中国科学院南海海洋研究所与福建海洋研究所台湾海峡课题组. 台湾海峡西部石油地质地球物理调查研究报告[M]. 北京:海洋出版社, 1989
- [15] Eldridge M Moores, Rhodes W Fairbridge, Biq C C, Taiwan [A]. Encyclopedia of european and asian regional geology[M]. London:Chapman & Hall, 1997, 711~717
- [16] 王洪涛, 陈 箴, 范光禄, 等. 金门大桥桥址地区的地震地质环境及桥线方案选择之研究[A]. 厦金大桥方案与影响学术研讨会论文集[C]. 厦门:厦门大学出版社, 2002, 23~24
- [17] 廖其林等. 福州—泉州—汕头地区地壳结构的爆炸地震研究[J]. 地球物理学报, 1988, 31(3):270~280
- [18] 吴大铭, 毕庆昌. 中国台湾和福建两省碰撞诱发的张性构造[A]. 彭阜南主编:台湾海峡及其两岸地质地震研讨会论文集[C]. 北京:海洋出版社, 1991, 318~332
- [19] 黄 钢, 闻心铭. 海底隧道及接头的地震设计[A]. 台湾海峡隧道论证学术研讨会论文集[C]. 北京:清华大学出版社, 2000, 78~91
- [20] Shin Tzaychyn. Some seismological aspects of the 1999 Chi-Chi Earthquake in Taiwan[J]. TAO, 2000, 11(3):555~566

Discussion of the Prospective Danger of Earthquake Damage to the Xiamen-Jinmen Area

Peng Funan, Ye Yincan, Pan Guofu, Liu Dujuan

(Second Institute of Oceanography, SOA, Hangzhou 310012, China)

[Abstract] It had long been discussed already about the characteristics of the recent earthquake of the Xiamen-Jinmen area. However, attention should be paid that a large shock unexpected before as the 1999 Chi-Chi Large Earthquake in Taiwan west-plain, would take place in this area and its neighborhood and affect the stability of the construction during the long duration after the completion and usage of the future Xiamen-Jinmen Bridge. The probability of such case should be considered from the study of the earthquake mechanism of the surrounding regions, i. e. the Taiwan Strait Basin, Taiwan region (Taiwan Island) and Fujian coastal region respectively. This paper describes and discusses the features of earthquakes occurred and will occur in any one of these 3 regions and how they would affect the Xiamen-Jinmen area wherein the Xiamen-Jinmen Bridge constructed.

[Key words] Xiamen-Jinmen Bridge; Taiwan Strait; danger of earthquake damage