

台湾东北部地区两次地震的震相特征及其与构造的关系

1. 引言

台湾东北部现代地壳运动强烈,地震活动水平很高。1986年3月22—28日在钓鱼岛西南海域发生一次中强震群活动,同年11月15日在花莲附近海中发生了7.6级大震,泉州地震台观测到了一些值得注意的震相特征。本文根据该台的观测资料,对上述两次地震的震相特征进行了初步分析,并讨论了其与构造的关系。

2. 1986年两次地震的震相特征

(1) 钓鱼岛西南海域中强震群

该次中强震群活动包括 $M_s \geq 5.0$ 地震26次,最大震级为6.0。该震群位于泉州台的正东方向,震中距约400—550km,震源深度为15—25km。该震群主要震相特征是:

a. P波段前约1—3秒震相极其微弱。

b. 据短周期地震仪的记录,Pn波段的周期一般为0.6—10秒,波速约为 7.48 ± 0.37 km/sec,波形较为圆滑,高频成份似乎被过滤了。Pn波起始后振幅较小,持续时间约为14—15秒。首至Pn波之后、Sn波之前存在一组清晰的i震相(图1)。该震相距Pn波的时间随震中距的增大而增大(图2),其东西分向发育,周期约为0.8—1.5秒,波列呈纺锤状,振幅由小到大,出现较强振幅后又逐渐衰减。整个波列约有10—15个周期,持续时间约15—25秒。在一般情况下,该震相与S波最大振幅比约为1—3.5,相应的周期比值为1—1.4,其振幅和周期显然大于S波。根据其运动学特征分析,其波速约 5.80 ± 0.24 km/sec,比较接近P波走时。按其动力学特征分析,即呈现振幅较强、周期较大的现象,似乎是震源位于地壳下层,P波传播穿越康腊界面时出现的P₁波。

c. 据短周期地震仪记录,S波段的周期一般为0.7—1.5秒,波速一般为 4.05 ± 0.24 km/sec。由于S波列成组成群地出现,S_n往往夹在某组波列中而不显著,亦不易分辨(图1)。

d. 据基式仪记录,NS分向能记录到Lg波(图3)。虽然在这段距离内,S₁和Lg₁、Lg₂几乎同时到达,但从振幅和周期变化特征分析,将它定为Lg₂似乎更合适。

e. 据基式仪记录(图3),可看出NS分向的面波特别发育,周期较大,乐甫波(Q波)和瑞利波(R波)两个波列,一前一后,互不干扰,且显现 $Q_m > R_m$,其最大振幅比 AQ_{max}/AR_{max} 约为1.6—1.9。而国内其他地区的地震则常表现为 $Q_m < R_m$ 。

f. 纵向波(P、R)在EW分向和垂直分向较为发育,振幅较大,而横向波(S、Q)则在NS分向较发育,振幅较大。此现象可能是震源能量辐射存在各向异性,也可能是与泉州台位于震源断层错动面之垂直方向上有关。

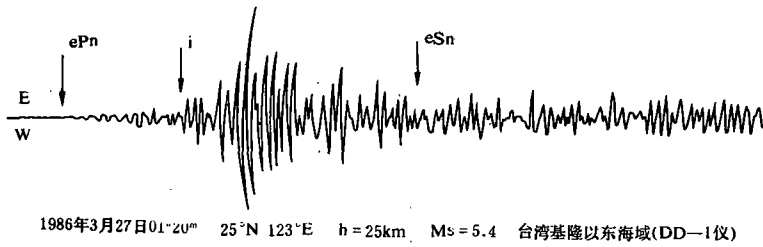


图 1

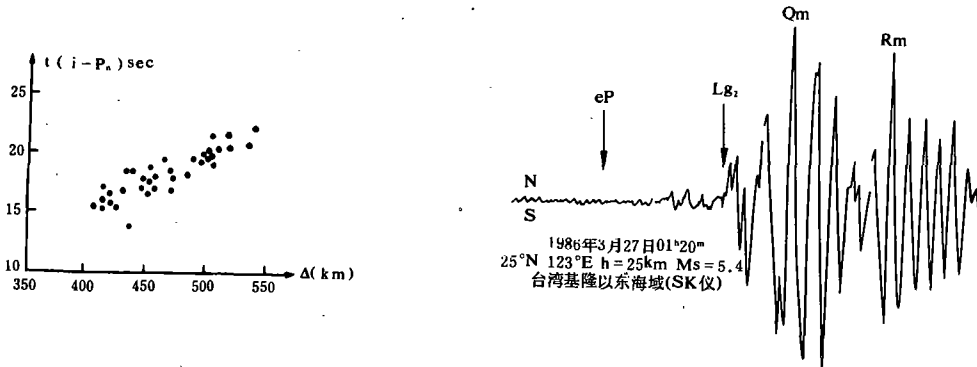


图 2 i 震相与 Pn 波的到时差 t 与震中距 Δ 的关系图

图 3

(2) 花莲附近海中 7.6 级地震的震相特征

该次地震属于前震—主震—余震型，震中位于泉州台东南方向，震中距约 330 公里，震源深度 22 公里。其震相特征是：

a. 短周期仪器记录可见主震的 P_n 波到达之前出现周期约 0.7—0.9 秒、持续时间大致为 3 秒的微弱震动，其初动符号与 P_n 波相反(图 4)。P_n 波出现后只经过 2 个周期的较小震动之后，随即达限幅并持续至 S 波段。

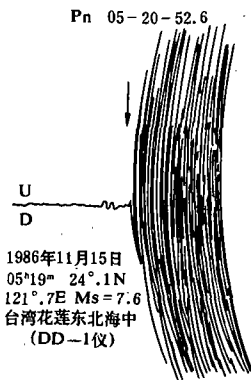


图 4

b. 据 DD-1 地震仪记录分析，这次主震地震波列 P_n 的周期值约为 0.5—1.0 秒，S_n 约为 0.8—1.5 秒，比前震 P_n、S_n 的周期值分别约大 0.2—0.5 秒和 0.3—0.7 秒。

c. 余震震相之 P、S 波段卓越周期亦明显偏大，并先后在震源区东南侧、西北侧记录到有中源深度的余震。深震相 S₀⁰ 周期比 S 波略大，形态表现为强脉冲、大振幅，周期约在 0.9 秒左右波动，常在垂直向和水平向同时出现，往往被误定为 S_n 震相，导致震中距变小。

d. 长周期地震仪 (SK、763 仪) 记录，显示主震面波发育，具有能量强、衰减慢等特点。由 SK 仪测得面波主要卓越周期约 8—12 秒，面波持续时间长。距震中 300 余公里的泉州有人感到地面呈现长时间的筛动，一些高层建筑显现晃动，并使莆田、福清、平潭等靠海的软弱地基上的建

筑物遭受不同程度的破坏。此现象显然与震源浅、卓越周期较大、面波发育、地震动持续时间较长等因素有关。

3. 认识与讨论

台湾东北部地区正处于台湾岛弧与琉球岛弧的接合部位，存在一个发育良好的贝尼奥夫地震带。菲律宾海板块大致在花莲附近向台湾东北部以 $45-50^\circ$ 倾角俯冲，其深度可达 $130\text{km}^{1),(1)}$ 。1986年3月22—28日中强震群正发生在俯冲板块的前缘，该区是台湾发生中源深度地震的主要区域，但这次中强震群却集中在壳内 $15-25\text{km}$ 深度。11月15日7.6级地震正位于上述俯冲板块开始下插，并与带有转换断层性质的纵谷深大断裂带北端相交汇的部位。作者认为，上述震相特征揭示了震源区有关构造的信息。

(1) 文献〔2〕提出在台湾岛发生的地震可观测到 L_g 波，而在九州、琉球弧只观测到 M_2 波。泉州台多年的观测资料表明，在琉球弧及其弧后冲绳海槽的西南部也同样可观测到 L_g 波。冲绳海槽是上新世开始形成的裂陷⁽³⁾，该海槽张裂构造向西可延伸到宜兰盆地。直至现在对该海槽地壳性质的认识尚不一致，以上述 L_g 波的存在显示冲绳海槽地壳仍然属大陆型的地壳结构。

(2) 冲绳海槽地壳上层为沉积层，其下为波速为 $5.6-6.3\text{km/sec}$ 的中生界或前中生界花岗岩和变质基底，基底之下为玄武岩层²⁾³⁾⁴⁾，地壳厚度约 $21-27\text{km}$ 。作者推断，1986年3月22—28日中强震群的 i 震相为 P_n ，其根据是，该震群发生在莫霍面之上、康腊界面之下的玄武岩质层内，同时该震相的波速大致与该区花岗岩和变质岩基底波速吻合。其显示的周期较大的特征是否与该区是高热流区（平均热流值为 3.62HFU ），地温梯度大，其康腊界面可能是具有脆—韧转换带性质⁽⁵⁾的界面有关，尚需进一步研究。

(3) 对于泉州台观测到的7.6级地震 P_n 波到达前出现约3秒的微弱震动，以及主震相面波发育问题，作者推测可能与震源破裂过程有关。该区大震重复性显著，如1951年10月22日在该区曾发生7.3级大震，且出现地震断层，有理由推断7.6级地震是老断层闭锁段重新再滑动的结果。在大震发生前，震源区附近中小地震活动频繁，反映了临震前断裂闭锁段出现裂纹连通、汇合⁽⁶⁾。由于该次地震是在较强的应力场的作用下，尽管初始破裂缓慢，但很快就冲破障碍体而发生整个震源断层面的剧烈错动。

（本文1991年8月7日收到）

（福建省地震局泉州地震台 吕浩江 林建生）

（下转94页）

1) C. Bowin 等，台湾—吕宋地区的板块汇聚与板块加积，东海地质译文集汇编（四），1980。

2) 李昭兴等，冲绳海槽：一个弧后盆地的成因，东海地质译文集汇编（四），1980。

3) A. Г. Голдников，东中国海与琉球岛弧的地质构造，东海地质译文集汇编（一），1980。

本文得到了朱令人研究员、戈澍模、柏美祥、王桂岭付研究员的热情帮助，高国英、吴小玲在工作中给予了支持，谨此致谢。

(本文 1990 年 12 月 11 日收到)

(新疆维吾尔自治区地震局 王盛泽)

参考文献

- [1] 新疆地震局，新疆维吾尔自治区地震目录 (1970—1979)，地震出版社，1988.
- [2] 洪时中，最优分割在地震分期中的应用，西北地震学报，Vol. 6, No. 1, 1984.
- [3] 新疆维吾尔自治区地震局，富蕴地震断裂带，地震出版社，1985.
- [4] 王盛泽，联合测定乌鲁木齐地区的地震传播速度和震源参数，华北地震科学，Vol. 7, No. 1, 1989.
- [5] 束冲铤、林邦佐，喀喇昆仑地区构造应力场的基本特征，地球物理学报，Vol. 26, No. 15, 1983.
- [6] 许忠淮、汪素云等，由大量的地震资料推断的我国大陆构造应力场，地球物理学报，Vol. 32, No. 6, 1989.

BASIC CHARACTERISTICS OF THE STRONG SEISMICITY AND THE STRUCTURAL STRESS FIELD IN THE URUMQI AND NEAR REGION

Wang Shengze

(*Seismological Bureau of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi*)

~~~~~

(上接89页)

### 参考文献

- [1] 盐野清治等，根据浅源、中深源地震的地震活动性和震源机制解释九州—琉球岛弧的构造，国外地震，No. 2, 1981.
- [2] 李善邦，中国地震，地震出版社，1981.
- [3] 马杏垣等，中国地质历史过程的裂陷作用，现代地壳运动研究 (1)，地震出版社，1985.
- [4] 徐菊生等，中国东海和其邻区重力测量结果及其构造意义，地震地质，Vol. 8, No. 2, 1986.
- [5] 张家声，震源实体构造研究概况，地震地质译丛，No. 2, 1986.
- [6] 杜军等，“入”字式断层声发射 b 值及震级—频度关系的物理意义，地震地质，Vol. 8, No. 2, 1986.

## RELATIONSHIP BETWEEN SEISMIC PHASE FEATURES OF TWO EARTHQUAKES AND TECTONICS OF NORTHEASTERN TAIWAN PROVINCE

Lu Haojiang, Lin Jiansheng

(*Quanzhou Seismic Station, Seismological Bureau of Fujian, China*)