第8卷 第4期　　西北地震学报　　Vol.8, No.4
1986年12月　NORTHWESTERN SEISMOLOGICAL JOURNAL　Dec., 1986

1969年阳江6.4级地震成因的讨论

陈家超　　赖　松
（广东省地震局）

摘　　要

本文根据阳江地震发生的情况、震源区地质背景、外因的调制作用，对阳江6.4级地震成因进行了讨论。文中提出地震沿着北东东向断层发生，主要作走滑错动，在南偏西的方向上有较强的纵波发射。区域构造应力方向为南东东方向，同时迭加有震源底部垂直作用力。

文中分析了震区地质背景，指出地震应力积累单元长约40公里，地震发生后，断层上盘发生陷落，造成震中区地面下沉、余震机制倾滑分量增大等现象。

1969年7月26日的广东阳江6.4级地震是解放以来东南沿海地区最大的一次地震。特别是阳江地区与广州有构造上的联系，所以更引起了人们的关注。本文拟从震源物理的角度对阳江地震的成因进行一些讨论，並对有关的地震预报问题进行一些探讨。

一、阳江地震的情况简介

1969年7月26日广东省阳江县洋边海地区发生了6.4级地震。震中位置：北纬21°43′，东经111°45′；震源深度：5—8公里；震中烈度8度，烈度等震线延伸方向呈北东东—南西西向（图1）。

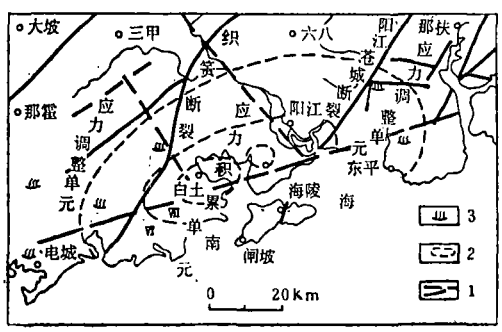

图1　6.4级地震烈度等震线及应力组合模式
1.断裂　2.地震烈度等震线　3.温泉
Fig. 1　Isoseismal line of M=6.4 Yangjiang earthquake and its combined model chart of stress

在阳江地震震中区东段的石柱、平岗、良村、丹载、烂头山、华洞、沙湾水库、马岗水库一带，出现有北东向地裂缝，与北东向的阳江—苍城断裂带吻合。在震区中、西段，北东东、北北西向两组地裂缝同时出现，前者可能与阳江发震构造有关；后者可能是在地震时北西断裂活动牵引着地表引起的破裂。不过在饱和砂土复盖的地段，由于砂土液化运移引起的地裂缝也不少见，但没有一定方向性。上述裂缝大致分布于 7 度区内。

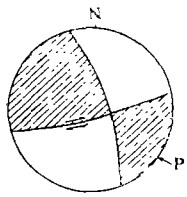

图 2　阳江6.4级地震断层面解

Fig. 2　Seismic fault plane solution of M=6.4 Yangjiang earthquake

阳江地震的震源断层面解如图 2 所示。在图 2 中北东东向的节面可能是真实的断层面，因它与图 1 所示的极震区的延伸方向相一致。

在极震区有北东东向发震断裂组，该组断裂一般长十至几十公里，其中平岗断裂通过震源区，被第四系沉积物复盖，断裂的延伸方向与地震等震线长轴吻合（图 1），与震源机制解北东东向节面也一致（图 2），同时，在航空磁测ΔT_a图上也有显示。

根据以上所述，可以看出，1969年的阳江6.4级地震是沿北东东向的断层发生的。作用于该断层上的区域构造应力为南东东方向。

阳江地震 7 度区等震线长轴位于阳江—苍城大断裂带与织篢大断裂之间（见图 1）。在该段范围内没有温泉出露，地热值较低，具有应力积累单元特征。在这个积累单元的东侧，即阳江—苍城断裂带及其以东地区，断裂活动较强，岩石比较破碎，地下裂隙水较发育，温泉出露也比较普遍，因此，不易积累应力，属应力调整单元。同样在西端，即织篢断裂以西和吴川—四会深断裂以东的新圩、儒洞、电城等地，由于上述两大断裂的活动，岩石也比较破碎，温泉出露较多，是一种地热异常区，属应力调整单元（图 1）。

一般应力积累单元长度与震级有关。本区应力积累单元长约40公里，采用郭增建和秦保燕得到的公式：$M_S=3.3+2.1\log L$（式中L为积累单元长度）计算出震级为 6.7弱，与阳江地震震级接近。

二、震源应力场特点

构造应力场与震源应力场不同，前者系指在较大地区和一定的地质时期内由构造运动产生的应力场，它是相对稳定的；后者是指发震时刻的应力场。本区自新生代以来区域水平作用力为北西向，在这种情况下地壳内各点的最大主应力（规定压力为正）和最小主应力轴同在一个水平面内，中间主应力轴呈垂直状态。如果断层面稍有倾斜则断裂错动应表现为平推或兼逆冲运动。但阳江地震震源机制解表明，震源破裂面以水平滑动为主兼有正断层滑动分量（图 2）。后者不仅抵消了水平作用力造成的逆冲分量，还使断层的上盘向下滑动。

野外考察发现，近百年来闸坡港处于急剧上升状态，年速率约 1 厘米，昔日港口南北沟通，如今已为上升的砂堤所隔。在岛北侧的溪头等地地面又相对下沉。

据闸坡验潮站的资料，1965年9—11月没有台风干扰，该站海平面却超出历年同一时间平均水位17厘米，1966—1968年间与其它验潮站相比水位下降幅度最大，1969年1—4月无明显变化，但震前5—6月份上升了14.2厘米，7月份上升12.2厘米，7月23日海平面突然上升达最高峰，地震当天海平面又急剧下降，8月份下降幅度比历年同期低7.7厘米，9月份回升至历年平均水平。

1956年总参测绘局按二等精度对杭州—广州—南宁水准线的阳江地段进行了试测，1966年国家测绘局按一等精度进行了复测，结果表明，赤坎至织篢120公里的范围内垂直形变幅值为+79毫米，平均年速率达+8.5毫米，其中以震中区484、485和488号水准点的垂直形变幅度、速率、梯度最大。1972年广东省地震局进行了复测，结果显示该地区垂直形变与1966年复测时相比较呈现出反向运动，洋边海沉降幅度最大，达-40毫米，下沉区倾向震中，形变等值线与等震线延伸方向一致（图3）。

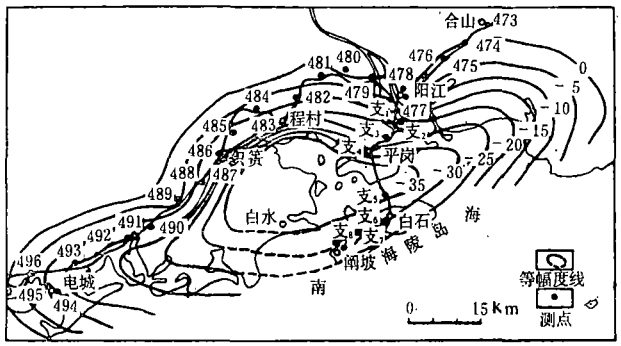

图3 电城—合山段垂直形变等幅度图（1966—1972）

Fig. 3 Iso-amplitude chart of vertical deformation in Diancheng-Heshan

事实表明，上述的垂直作用力並不是水平力派生而是由上地幔的垂直向运动引起的。区域水平作用力和震源底部垂直作用力迭加后致使阳江地震震源机制解除有水平滑动分量外也兼有正断层的倾滑分量。

主震发生后，震中区显著下沉（图3）。余震震中分布范围较窄，主要集中在发震构造带及其北侧，震源深度平均为5.3公里。

余震震源机制解变化较大。在所测定的34个余震的震源机制解中，主压应力轴为北西或南东向，主张力轴为南西或北东向的有27个。其中属平推兼正断层类型的有20个；主压应力轴南东向，主张应力轴北西向的一个，属平推兼逆冲型；主压应力轴南西或北东向，主张应力轴北东或南西向的五个，其中属平推兼逆冲型的4个，平推兼正断层倾滑型1个；主压应力轴南西向，主张应力轴北西向的一个，属平推兼逆冲型（图4）。

上述事实说明，阳江地震之前在震源底部北侧，可能因垂直作用力引起层间解缚，主震发生后震源断层上盘向解缚区陷落，造成震中区地面下沉，下沉区内余震增加，岩块之间的重力调整过程引起余震机制倾滑分量增大。

震前7月16日20时，震区发生了一次前震（M=3），与主震相隔9天，具有倍九规律，但是，越接近主震发生的时间，震源越不稳定，逐渐进入失控状态，7月24日发生的3.4级前震没有遵循倍九规律。不过，主震发生前仍有一个相对平静的时间。

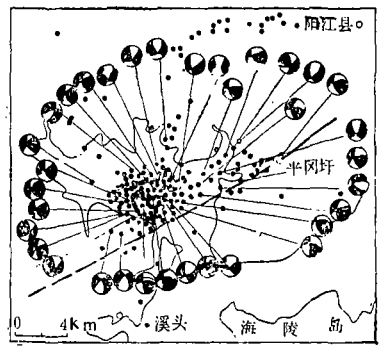

图4　阳江余震震中分布及部份余震断层面解

Fig. 4　The epicenters of aftershocks and some of fault plane solutions of aftershocks in Yangjiang area

在本区目前未做大地电磁测深和人工地震探测工作，虽然有一些大区域重力资料，但缺乏本地的具体测值。因此，对震源下部有无低阻层和莫氏面的起伏情况无法进行讨论。同时由于震级较小，对其周围平行构造是否有减震作用，也没有进一步讨论。

（本文1986年5月4日收到）

参 考 文 献

〔1〕郭增建等，震源孕育模式的初步讨论，地球物理学报，Vol.10，№1，1973.

〔2〕陈家超等，地壳下部及上地幔物质分异作用对地震成因机制的影响，西北地震学报，Vol.7，№1，1985.

〔3〕秦保燕，论地震孕育的层间解缚模式与我国某些大震的余震机制，西北地震学报，Vol.4，№3，1982.

DISCUSSION ON THE GENESIS OF M=6.4 YANGJIANG EARTHQUAKE IN 1969

Chen Jiachao Lai Song
(*Seismological Bureau of Guangdong Province*)

Abstract

This paper deals with the seismic genesis of M=6.3 Yangjiang earthquake in 1969 bymeans of the situation when the quake occurred, its focus geological background and epigene adjustment action.

This earthquake mentioned in the paper occurred along NEE fault, with strike slip fault shifting and stronger P wave emission in the direction of S by W. But then the regional tectonic pressure acted upon the fault was of the SEE trending, and at the same time, it was overlapped by a vertical force exerted upon the seismic focus bottom.

This paper analyses the geological background in the seismic area and points out that the seismic stress accumulative unit length was 40 km and the focus was formed by the forces mentioned above.M=6.4 earthquake was generated owing to the focus stress accumulation and focus modulation by epigene adjustment action. After earthquake, the fault upper wall was down-punched, resulting in the submergence of ground in the epicentral area and increase of inclined slip component of aftershock meshanism.