

广东两套数字化地震台网系统双差 定位结果的比较

——以广东阳江地区为例

胡秀敏, 叶秀薇, 刘 锦

(广东省地震局, 广东 广州 510070)

摘要: 根据2007年6月至2008年5月广东省“九五”、“十五”两套数字化地震系统记录到的广东阳江地区数字地震资料, 利用双差定位法重新对阳江小震进行定位, 结果表明, “十五”系统由于台站密度更大、布局更为合理, 地震定位测定误差比“九五”系统显著降低, 且无论水平方向还是垂直方向定位结果都更为集中。

关键词: 数字地震台网; 双差定位; 阳江地震

中图分类号: P315.01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2009) 04-0103-05

引言

广东数字地震台网中心目前同时运行两套系统, 一套是“九五”期间建设的系统, 由1个数据处理中心和19个数字地震台站组成(以下简称“九五”系统), 2000年1月1日正式运行, 至今已积累了较为丰富的数字地震资料。另一套系统是“十五”期间新建的, 由1个数据处理中心和45个数字地震台站组成(以下简称“十五”系统), 2007年6月开始试运行, 同年10月底通过中国地震局验收, 记录时间尚短, 为了对两套系统进行对比, 本文的研究时段始于2007年6月。

阳江是广东小震活动最为活跃的地区之一。1969年阳江洋边海6.4级地震后, 四十年来, 有感地震时有发生。2007年11月阳江地区出现了小震群活动, 震群最大震级 $M_L 4.0$, $M_L \geq 1.0$ 地震最高日频次达80次, 是广东省地震记录最为丰富的地区之一, 因此将阳江地震序列作为本文的研究对象。

对于同一地区的地震序列, 由于地震事件之间相对位置较近, 使用相对定位法可以减少由于速度结构的不确定所引起的误差^[1], 得到序列间精确定位结果。目前比较成熟的相对

收稿日期: 2009-03-30

作者简介: 胡秀敏 (1972-), 男, 工程师. 主要从事网络维护工作. E-mail: hxm@gdsin.net

定位法包括主事件定位法和双差定位法^[1-3]。主事件定位法定位结果精度依赖于被作为主事件的地震震源参数的精度^[1,4]，双差定位法不需要设主事件，所有地震事件是相对于地震丛集的质心位置来定位，因此本文拟采用双差法作为对比两套系统定位误差的方法。

双差定位的计算原理在众多文献中^[1,3,5,6]已有介绍，篇幅所限本文不再细述。

1 资料使用范围及速度模型

“九五”系统距离阳江地震序列 100 km 范围内的地震台只有阳江台，距离 200 km 内的有湛江台、信宜台、肇庆台以及珠海台。阳江地区 $M_{1.5}$ 级以上地震一般有超过 3 个以上的台站可以记录到，因此利用“九五”系统记录进行精定位研究，震级下限设为 $M_{1.5}$ 。“十五”系统距离阳江地震序列 100 km 范围内的地震台新增了 7 个，包括了阳春、阳西、阳东、电白、高州、水东以及上川岛（图 1），因此利用“十五”系统记录进行精定位研究，震级下限可下降到 $M_{1.0}$ 级。

研究区域为北纬 $21.5^{\circ}\sim 22.0^{\circ}$ ，东经 $111.6^{\circ}\sim 112.1^{\circ}$ （图 1 虚线框），包含了平冈、洋边海及阳西新湖水库等近年来主要地震活动区域。研究时段为 2007 年 6 月至 2008 年 5 月一年时间。

计算时速度模型的选择，详见文献 7。

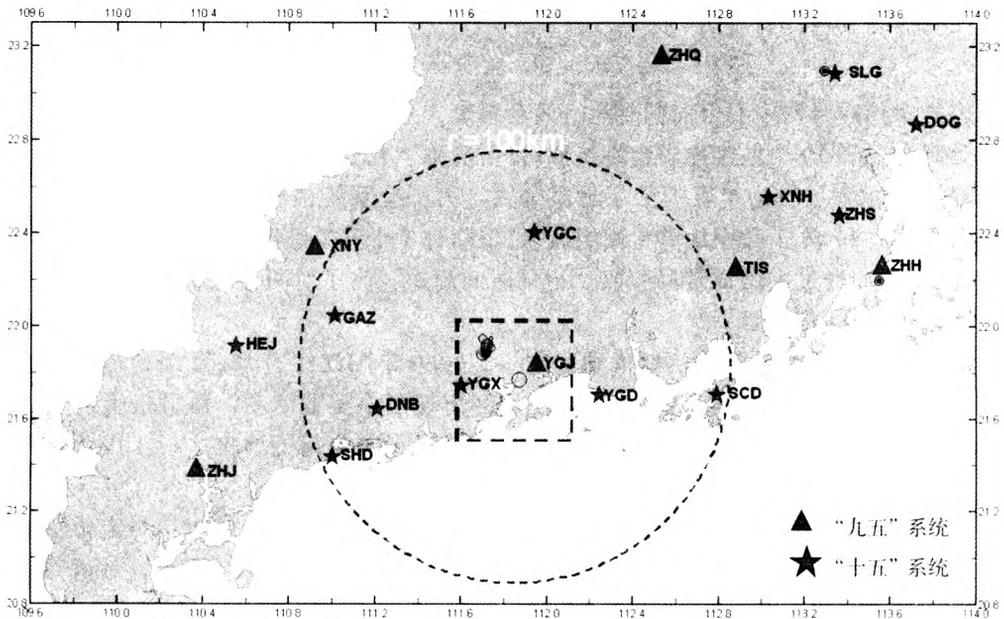


图 1 广东省数字地震台网分布图

Fig.1 Distribution map of digital seismic network of Guangdong province

2 阳江地震序列定位结果

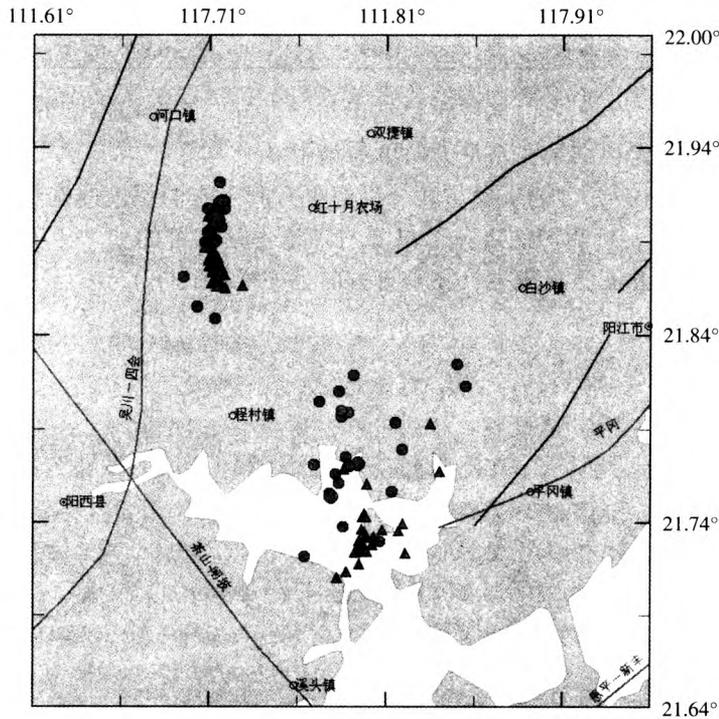
2.1 “九五”系统定位结果

2007年6月1日至2008年5月31日共记录到阳江地区 $M_L \geq 1.5$ 级地震 136 次，将其中 3 个以上台站记录的 $M_L \geq 1.5$ 级地震共 93 个进行定位计算，占有记录地震事件总数的 68.4%。计算时采用双差定位法中的共轭梯度法，共进行 8 次迭代。95 个地震事件取得 78 个定位结果(图 2)，占地震事件总数(136 次)57.4%，重新定位后序列均方根残差平均值为 0.13s，震源位置测定误差(2 倍标准偏差)在 E—W 方向平均为 1.02 km，在 N—S 方向平均为 1.42km，在垂直方向平均为 1.46km。

2.2 “十五”系统定位结果

2007年6月1日至2008年5月31日 3 个以上台站记录的阳江地区 $M_L \geq 1.0$ 级地震共 345 个，用其计算取得 294 个定位结果(图 2)，比例 85.2%(九五 82.1%)。由于增加了近台记录，无论是能得到的精确定位的地震个数还是取得的定位结果的比例均有所提高。

重新定位后序列均方根残差平均值为 0.08 s，震源位置测定误差(2 倍标准偏差)在 E—W 方向平均为 0.69 km，在 N—S 方向平均为 0.98 km，在垂直方向平均为 0.85 km。



($M_L \geq 2.0$ 2007-06-01~2008-05-31)

(●: “九五”系统 △: “十五”系统)

图 2 “九五”、“十五”两套系统的记录双差定位结果比较

Fig.2 Comparison of results of double-difference location of two sets of systems in the Ninth and Tenth Five Years Plans ($M_L \geq 2.0$, from June 1, 2007 to May 31, 2008)

空间分布上,十五系统定位结果与九五系统在纬度方向存在约 3 km 的系统偏差,十五系统定位结果整体上更为集中。

3 讨论

(1) 同一研究时段内,“九五”系统只有 78 个定位结果,而“十五”系统有 294 个,不容置疑,更多精确的小震定位结果对于提高我们对该区震情的判断及掌握断层活动情况必定大有帮助。

(2) 双差定位主要利用距离相近的地震事件到同一台站的走时差,它依赖于事件的相对位置以及它们之间小范围速度结构的特性。地震丛集性越强,定位精度就越高;同样道理,台站与地震事件间距离越近,震相就越清晰,速度结构的横向非均匀性对走时差的影响就越小,定位精度相应就会提高。表 2 给出了同一时期“九五”、“十五”两套系统的定位误差,可见“十五”系统由于增加了近台记录,测定误差显著降低。

表 1 两套地震台网观测系统的定位误差比较

Table 1 Comparison of measurement errors of two sets of seismic observation network systems

	均方根残差 平均值/s	E-W 方向测定 误差/km	N-S 方向测定 误差/km	垂直方向测定 误差/km
“九五”系统	0.13	1.02	1.42	1.45
“十五”系统	0.08	0.69	0.98	0.85

(3) 空间分布上,“十五”系统定位结果与“九五”系统在纬度方向存在 3 km 的系统偏差,“十五”系统定位结果在水平方向更为集中。

已有研究表明^[6,8],近台记录参与联合反演更有利于震源深度的确定,也更有利于地震序列绝对位置的确定。从我们的定位结果看与理论也是相符的,“十五”系统定位结果不但在水平方向上比“九五”更集中,在垂直方向也一样(图 3)。

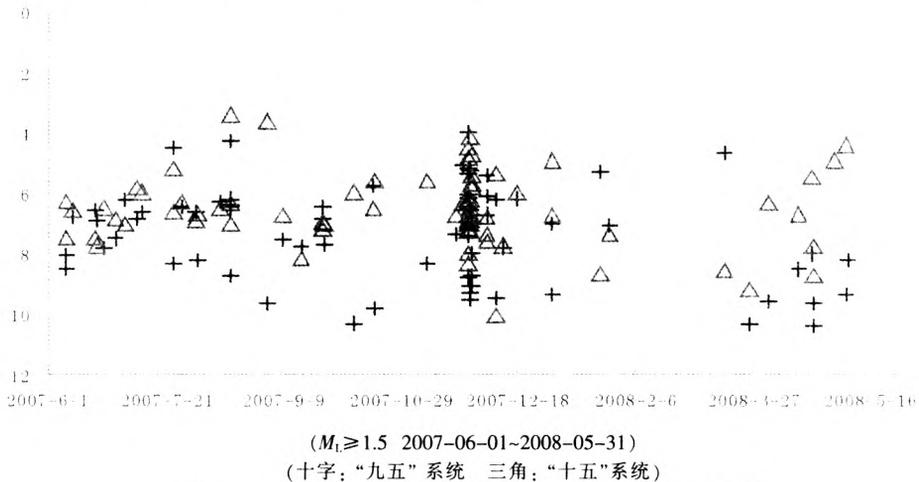


图 3 “九五”、“十五”系统记录双差定位结果震源深度图

Fig.3 Comparison of location results in vertical direction of two sets of systems in the Ninth and Tenth Five Years Plans (M_L ≥ 1.5, from June 1, 2007 to May 31, 2008)

综合以上分析认为:“十五”系统由于增加了近台记录,台站分布更为合理,相对于“九五”系统无论在水平方向还是垂直方向,测定误差显著的降低,定位结果也更为集中,且可以得到更多精确的小震定位结果,有利于我们提高对该区震情的判断及掌握断层活动情况。

参考文献

- [1] 杨智娟, 陈运泰, 郑月军, 等. 双差地震定位法在我国中西部地区地震精确定位中的应用 [J]. 中国科学 (D 辑), 2003, 33 (增刊): 129-134.
- [2] Spence W. Relative epicenter determination using P-wave arrival-time difference [J]. Bull. Seism. Soc. Amer., 1980, 89: 822-828.
- [3] Waldhauser F, Ellsworth W L. A Double-Difference Earthquake Location Algorithm: Method and Application to the Northern Hayward fault [J]. California, Bull. Seism. Soc. Amer., 2000, 90(6): 1353-1368.
- [4] 杨智娟, 陈运泰. 用双差地震定位法再次精确测定 1998 年张北—尚义地震序列的震源参数 [J]. 地震学报, 2004, 26 (2): 115-120.
- [5] 张天中, 武巴特尔, 黄媛, 等. 近台资料对近震相对定位算法的影响 [J]. 地球物理学报, 2007, 50 (4): 1123-1130.
- [6] 王新岭, 刘杰, 张国民, 等. 姚安地震序列与永胜地震序列的高精度定位 [J]. 中国地震, 2005, 21 (3): 386-397.
- [7] 叶秀薇, 闻则刚, 刘锦, 等. 利用重复地震观测广东阳江地区地壳介质变化 [J]. 地震, 2008, 28(4): 0103-0111.
- [8] 黄媛, 杨建思, 张天中. 2003 年新疆巴楚—伽师地震序列的双差法重新定位研究 [J]. 地球物理学报, 2006, 49 (1): 162-169.

Comparison of Double-Difference Location Results of Two Sets of Digital Seismic Networks in Guangdong Province—a Case Study of Yangjiang

HU Xiumin, YE Xiuwei and LIU Jin

(Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China)

Abstract: Based on digital seismic records in Yangjiang region recorded by two sets of digital seismic systems constructed in Ninth and Tenth Five Years Plans of Guangdong province from June 2007 to May 2008 and the double-difference location method, we re-located small earthquakes in Yangjiang. The result shows that the measurement deviations of earthquake locations of the Tenth Five Years Plan system are reduced obviously owing to the larger density and more reasonable layout of stations, and the location results are more concentrated in both horizontal and vertical directions compared to the Ninth Five Years Plan system.

Keywords: Digital seismic network; Double-difference location; Yangjiang earthquake