

周玲.新疆和田小孔径台阵监测能力分析[J].地震工程学报,2017,39(增刊):113-116.doi:10.3969/j.issn.1000-0844.2017.增刊.113

ZHOU Ling. Analysis of Monitoring Ability of Hetian Small-aperture Seismic Array[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2017, 39(Supp.): 113-116. doi: 10.3969/j.issn.1000-0844.2017. Supp. 113

新疆和田小孔径台阵监测能力分析^①

周 玲

(琼中地震台,海南 琼中 572900)

摘要:利用 2015 年 1 月 1 日—6 月 30 日期间和田小孔径台阵记录到的地震活动,用 swa 软件的线性化反演方法对拾取到的地震信息进行波形分析定位,得出完整的人工地震目录表,并对表格里的信息做数据综合分析。用 MSDP 分析软件的单纯型定位方法,计算分析新疆台网的地震活动,并和新疆台网在台阵周边 200 km 内这一特定区域所记录的地震信息做对比分析,得出和田小孔径台阵的监测能力。和田台阵地震监测能力下限已达到 -2.19 级,250 km 范围内可记录零级以下地震,500 km 内可记录小于 1 级地震,800 km 内可记录小于 2 级地震。

关键词:小孔径台阵;线性化反演方法;对比分析;监测能力

中图分类号:P315

文献标志码:A

文章编号:1000-0844(2017)增刊-0113-04

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2017. Supp. 0113

Analysis of Monitoring Ability of Hetian Small-aperture Seismic Array

ZHOU Ling

(Qiongzong Seismic Station, Qiongzong 572900, Hainan, China)

Abstract: Based on the earthquake activities recorded by the Hetian small-aperture seismic array from January 1 to June 30, 2015, in this study, we analyzed the waveforms and positioned the source of these events using the linear inversion method and the software swa to obtain a complete artificial earthquake catalog. Next, we used MSDP software and the simplex location method to compute and analyze the earthquake activities recorded by the Xinjiang Seismic Network. Then, we analyzed the seismic record of the Xinjiang Seismic Network within 200 km around the Hetian small-aperture seismic array and compared our results with those recorded by the array to determine the monitoring capacity of the Hetian small-aperture seismic array. Based on our results, we conclude that the low limit of the earthquake monitoring capacity in the Hetian array has a magnitude of -2.19 , within a 500 km range its magnitude is less than 1; and within a 800 km range its magnitude is less than 2.

Key words: small-aperture array; linear inversion method; comparative analysis; monitoring ability

① 收稿日期:2016-06-23

作者简介:周玲,女,工程师,从事地震监测工作。E-mail:305418015@qq.com。

0 引言

小孔径台阵的建设使得其维护方便、监测能力强、科技含量高。基于此,为提高新疆台网对南部塔里木盆地、昆仑山地区、阿尔金山一带及藏北地区的地震监测能力,“中国数字地震观测网络”项目测震分项在新疆和田地区投资建设了和田小孔径地震台阵。和田小孔径台阵位于和田皮山县境内($37.01^{\circ}\sim 37.56^{\circ}\text{N}$, $78.03^{\circ}\sim 78.70^{\circ}\text{E}$),于 2007 年 12 月建成,并产出数据。台阵采用圆形阵列方式设计技术方案,台阵的孔径为 3 km,由 9 个子台组成,分为阵心(1 个台)、内环(3 个台)、外环(5 个台),呈近均匀几何分布,内环半径为 500 m 左右,外环半径为 1 500 m 左右。利用聚束方法,使噪声降低 $N^{1/2}$ 倍,有 9 个子台,则降低噪声 3 倍,增强弱震信息拾取能力^[1]。和田台阵利用了线性化反演方法进行定位。在对和田台阵进行了 6 个月的地震定位后发现,该台阵独立定位可以比新疆台网产出的地震目录要多很多,然后我们对其进行了统计分析,给出了和田台阵的这 6 个月目录所显示的监测能力。

1 新疆和田台阵地质结构

和田台阵位于和田地区皮山县皮牙曼乡境内,台阵场地南部为西昆仑山脉,东部为皮牙曼背斜住峰,处于塔里木盆地西南边缘地区莎车-叶城-皮山褶皱-断裂带中一条走向 105° 、向 SW 方向倾斜 24° 、具左旋走滑分量的逆冲断层。由于新疆地区人烟稀少,地理条件不适宜进行台站维护,但由于其位于我国边界地区,即既为了增加我国西部地区的监测能力,又是为了发挥小孔径台阵监测远处微弱信号的能力,也就是为了监测印巴、伊朗地区的特殊事件,所以在此建设小孔径台阵。台阵的建设加大了对主要活动盆地,特别是活动断裂带的地震监测。应用地震台阵可填补监测台网布点的空白,监测较远处的微震事件。据新疆监测台网所出的报告,现在台网中心监测能力已经达到 -1.0 级,建设地震台阵后,监测能力将得到明显加强^[2]。

2 和田台阵资料分析

2.1 和田台阵地震活动制表分析

2015 年 1 月 1 日到 6 月 30 日期间,对和田台阵所记录地震进行了定位分析,发现该台阵共记录并分析 6 831 个地震,震中距 1 000 km 内记录并分

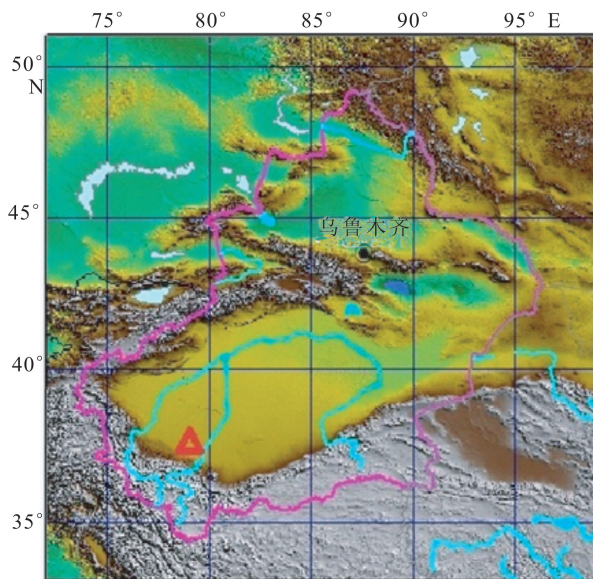


图 1 和田台阵地质构造图

析 5 942 个地震。如何利用稀疏台网进行定位是 CTBT(全面禁止核试验约)地震核查遇到的特殊情况。出于这一需求,Bratt 等建立了包括台站方位角在内的线性化反演定位方法。该方法的优点是收敛速度快,计算量小,因此得到了广泛的应用。新疆和田台阵也属于小孔径台阵,与 CTBT 国际监测系统(IMS)中的小孔径台阵布局相似。另外我国西部地区由于地理因素,台站分布稀疏,鉴于此,和田台阵利用线性化反演方法进行定位。

定位结果如下:

(1) 震中距 $0\sim 99$ km 共记录 1 972 个地震,其中负值地震 1 128 个,记录到最小震级为 -2.19 级,震中距为 17 km;

(2) 震中距 $100\sim 300$ km 共记录 1 192 个地震,记录到最小震级为 -0.62 ,震中距为 118 km;

(3) 震中距 $300\sim 500$ km 共记录 1 763 个地震,记录到最小震级为 0.61 级,震中距为 372 km;

(4) 震中距 $500\sim 800$ km 共记录 956 个地震,记录到最小震级为 1.21 级,震中距为 570 km;

(5) 震中距 $800\sim 1\ 000$ km 共记录 59 个地震,记录到最小震级为 1.83 级,震中距为 836 km。

2.2 和田台阵地震活动绘图分析

根据和田台阵 1 000 km 内记录并分析的地震做地震散点图(图 2)。根据图中所示,台阵地震监测能力下限已达到 -2.19 级,250 km 范围内可记录零级以下地震,500 km 内可记录小于 1 级地震,800 km 内可记录小于 2 级地震。

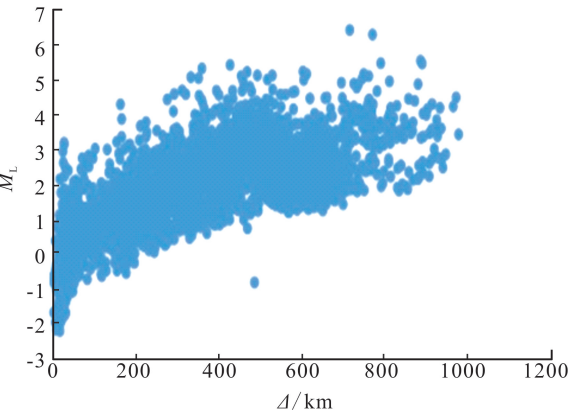
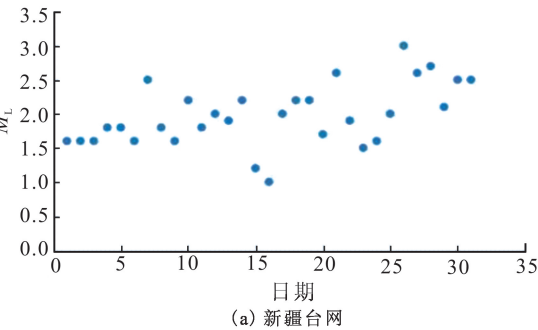


图 2 和田台阵 1 000 km 地震散点图

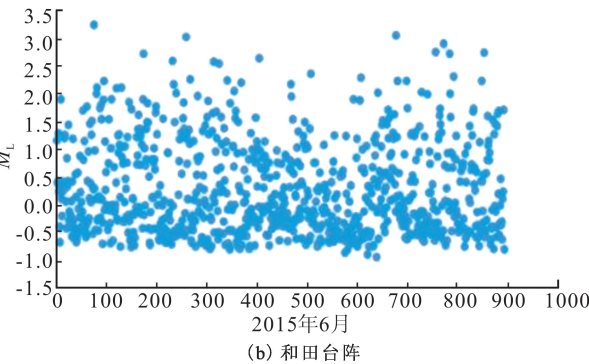
3 和新疆台网做对比分析

3.1 和田小孔径地震台阵和新疆台网记录地震活动对比分析

抽取新疆台网和和田台阵 2015 年 6 月的地震目录做监测能力比对,以和田台阵为中心,抽取 35°~39° N、77°~81° E 范围内的地震,用 MSDP 分析软件单纯型定位方法来分析计算(图 3)。该时间段内新疆台网监测这一区域的地震为 31 个,最小震级为 1 级;和田台阵监测这一区域的地震为 875 个,其中小于零级地震 443 个,最小震级为-0.95 级。



(a) 新疆台网



(b) 和田台阵

图 3 新疆台网 2015 年 6 月记录到研究区域内地震监测图

与新疆台网的目录相比,和田台阵记录分析增加了 844 个地震,其增加的主要是小于 1 级地震

715 个(其中小于零级地震 443 个)。在这一特定范围内,和田台阵记录的小震多于新疆台网,震级下限也低于台网记录,对小震弱震记录能力优势明显。与新疆台网相比,和田台阵一个月地震目录增加了 800 多个小震,表明和田台阵与当地的台站相比,具有强大的优势,确实增强了该地区的监测能力。而多记录的地震目录给我们对当地的地震活动性有了重新的认识,新勾画的地震频度和强度将对该地区的地震监测与预测研究提供巨大帮助^[3]。

3.2 和田台阵地震震级与新疆台网地震震级的系统偏差

抽取半年来和田台阵和新疆台网所记录 100 个 1 级以上相同地震做震级对比,以发现随震中距的变化其震级差异的变化。

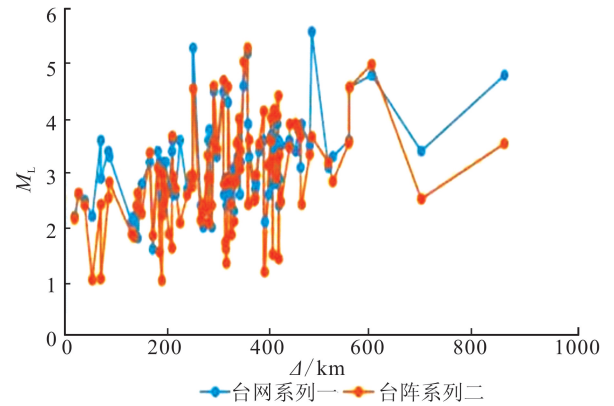


图 4 新疆台网和和田台阵震级差异图

由于分析和计算方法不同,所以存在算法差异。新疆台网 100 个地震平均震级为 3.14 级,和田台阵 100 个地震平均震级为 2.91 级,比新疆台网记录地震平均小 0.23 级,震中距在 300~500 km,震级重合度高,差异较小^[4]。

4 结论与讨论

(1) 和田台阵地震监测能力下限已达到-2.19 级,其在 250 km 范围内可记录零级以下地震,500 km 内可记录小于 1 级地震,800 km 内可记录小于 2 级地震。

(2) 在台阵周边 200 km 范围内,2015 年 6 月台阵记录地震 875 个,和新疆台网记录 31 个,和田台阵对这一区域地震监测有比较大的优势,不管是监测地震的频次和监测弱震的能力都要优于新疆台网。

(3) 由于计算方法不同,和田台阵定位的震级比新疆台网定位的震级普遍小了 0.2 级左右。和田

台阵的建设,加强了当地的地震监测能力,特别是对边远地区和断裂带的小震信息监测,填补新疆台网的监测空白点,实现了建设小孔径台阵的目的,从而验证小孔径台阵的应用前景。

参考文献

[1] 郝春月,郑重,郭燕平,等.中国数字地震台网(CDSN)和 IMS/PS 台阵的监测定位能力评估[J].地震地磁观测与研究,2006(2):56-63.

[2] 孟智民,王卫东.陕西数字地震台网的监测能力[J].西北地震学报,2002,24(2):178-182.
[3] 段天山.新疆和田小孔径地震台阵的建设[J].内陆地震,2009(2):166-173.
[4] 张玲,梁向军,赵晋泉,等.山西数字测震台网监测能力及其构造意义[J].山西地震,2011(4):21-24.
[5] 虞国平,张淑珍,秦满忠,等.兰州地震台阵监测能力研究[J].地震地磁观测与研究,2013,34(5/6):248-251.
[6] 景晟,康昊天.大岗山水电站地震台网的地震监测能力研究[J].地震工程学报,2014,36(4):1118-1121.

(上接第 96 页)

向的相对等效应力的变化过程,都以 24 小时为一个周期。

(2) 汶川强地震发生前相对等效应力增加明显。在汶川大地震发生前三天,ENH 台站、KMI 台站、LSA 台站的垂直向的相对等效应力变化,都有不同程度的增加过程。

(3) 相对等效应力的增加在各个台站有所不同;分别在三个台站的相对应力增加程度不一致。

参考文献

[1] 郝晓光,胡小刚.宽带地震仪资料证实汶川大地震“震前重力扰动”[J].地球物理学进展,2008,23(4):1332-1335.
[2] 张燕,吴云,吕永清.超宽频带地震计观测到的汶川地震震前异常[J].大地测量与地球动力学,2011,30(1):15-18.
[3] 胡小刚,郝晓光.汶川大地震宽带地震仪短临异常及成因初探[J].地球物理学报,2008,51(6):1726-1734.
[4] 张雁滨,蒋骏,李才媛.昆仑山强震前的震颤波并非源自慢地震

[J].地球物理学报,2013,56(3):869-877.
[5] 王梅,季爱东,徐长朋.重力仪与宽频带地震仪地震波信号分析及其在异常判定中的应用[J].地震学报,2015,37(3):473-481.
[6] 蒋骏,张雁滨,林钢.固体潮观测中的震颤异常波[J].地球物理学报,2012,55(2):462-471.
[7] 李仕宏.地震成因——地球自转变速、变形震荡[J].大地测量与地球动力学,2009,29(增 1):163-173.
[8] 杨学祥,王莉.地球自转、极移与地壳形变[J].地壳形变与地震,1995,15(2):74-83.
[9] 王恒信,赵晓燕,李艳娥.几次强震及震前震中附近地区中小地震与地球自转的关系[J].地震,2011,31(2):33-41.
[10] 徐灏.疲劳强度[M].北京:高等教育出版社,1988:10-18.
[11] DOBSON S.NOORI M.HOU Z.et al.Modeling and Random Vibration Analysis of SDOF System with Asymmetric Hysteresis[J].Int J Non-linear Mechanics,1970,32(4):669-680.
[12] 丽强,林桐,吴维青.神经网络在材料低周疲劳寿命预测中的应用[J].福州大学学报,2001,29(5):57-60.
[13] 吴维青,李军.福建莆田 2013 年 8 月系列地震的疲劳损伤分析[J].地震工程学报,2014,36(1):11-15.