

谢夜玉, 潘岳怡, 牟剑英, 等. 北部湾地震烈度速报台网建设与讨论[J]. 华南地震, 2019, 39(S1): 118–124. [XIE Yeyu, PAN Yueyi, MOU Jianying. Construction and Discussion of Earthquake Intensity Rapid Reporting Network of Beibu Gulf [J]. South China journal of seismology, 2019, 39(S1): 118–124]

## 北部湾地震烈度速报台网建设与讨论

谢夜玉, 潘岳怡, 牟剑英  
(广西壮族自治区地震局, 南宁 530022)

**摘要:** 北部湾地震烈度速报台网于 2016 年建成, 该台网初步形成了北部湾地震烈度速报与预警观测网, 且极大缩短了北部湾经济区地震烈度速报时间, 进一步改善了该地区地震烈度速报能力薄弱的现状。对北部湾地震烈度速报台网的布局与选址、观测技术系统构成作了详细介绍, 并对台网运行过程中存在的问题作了相关探讨: 如何完善台站运行保障设备以及并入正在建设的广西地震烈度速报与预警台网, 以发挥更大的社会效用。

**关键词:** 北部湾; 地震烈度; 速报

中图分类号: P315.62

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662(2019)S1-0118-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2019.S1.019

## Construction and Discussion of Earthquake Intensity Rapid Reporting Network of Beibu Gulf

XIE Yeyu, PAN Yueyi, MOU Jianying

(Guangxi Zhuang Autonomous Region Earthquake Agency, Nanning 530022, China)

**Abstract:** The Beibu Gulf seismic intensity rapid reporting network was established in 2016. The network initially formed the Beibu Gulf earthquake intensity rapid reporting and early warning observation network, which greatly shortened the rapid seismic intensity reporting time in the Beibu Gulf and further improved the weak ability of rapid seismic intensity reporting in this region. This paper introduced the Beibu Gulf earthquake intensity network layout and site selection, observation technology system in detail, and discussed the related problems existing in the process of network operation: how to improve the station operation security equipment and incorporate the Guangxi earthquake intensity rapid report and early warning network under construction to play a greater social utility.

**Keywords:** Beibu Gulf; Seismic intensity; Rapid reporting

收稿日期: 2019-02-26

基金项目: 北部湾地震烈度速报技术系统研究(桂科攻 12426002-1)

作者简介: 谢夜玉(1980-), 女, 工程师, 主要从事地震监测研究及应用研究。

E-mail: xieyeyu163@163.com.

## 0 前言

2008年四川汶川8.0级地震后,地震部门已意识到中强地震,特别是破坏性地震发生后,应当快速产出和发布地震烈度分布信息,让政府和公众及时获取地震破坏程度的分布情况,为应急救援和震灾评估提供基础依据。为了快速获取地震烈度分布,美国、日本等国家及我国台湾地区都已建立了地震烈度速报系统。我国大陆地区部分省市也已部署地震烈度速报系统:四川省成都市于2011年建成由67个台站组成的成都市地震烈度速报台网;福建省地震局于2011年建成了由125个台站组成的福建地震烈度速报与预警示范系统;中国地震局地球物理研究所和河北省地震局于2013年建成了由150个台站组成的唐山地震烈度速报与预警试验系统;甘肃省地震局于2015年建成了由80个台站组成的兰州地震预警示范系统;中国地震局地球物理研究所于2015年建成了有104个台站组成的首都圈地震预警示范系统等。2016年后,由220个台站构成的京津冀地震预警协同网、由300个台站构成的福建地震预警实验网、由270个台站构成的川滇地震预警验证网均相继建成使用<sup>[1-4]</sup>。实践证明,在经济发达、人口稠密的地震重点监视防御地区,建立实时传输的地震烈度速报系统显得尤为重要。及时向公众和政府提供快速、有效的信息,有助于相关救灾部门快速应急响应,减少公众的恐慌心理。

北部湾经济区<sup>[5]</sup>地处我国沿海西南端,属于中强地震活动水平较高的地区,1936年发生的灵山6 $\frac{3}{4}$ 级地震为近代华南地区陆地上最大的地震<sup>[6]</sup>。目前广西正致力于北部湾经济区的发展建设,因其政治和经济的特殊地位,以及潜在地震所带来的巨大损失使该地区对建设地震烈度速报系统的需求极其迫切。广西地震烈度速报与预警系统项目建议书于2013年通过广西壮族自治区发展改革委审批。为更好推动广西地震烈度速报与预警系统实施,2013年1月开始广西地震台网中心牵头在北部湾经济区开展自治区科技攻关项目—北部湾地震烈度速报技术系统研究课题。该课题在改造和优化北部湾地区的测震和强震动观测台站的基础上,于2016年建成了由106个一般站<sup>[7]</sup>组成的平均台间距为22.6 km的北部湾地震烈度速报台网,由此缩短了地震烈度速报时间,进一步改善了广西北部湾地区地震烈度速报能力薄弱的问题,同时为广西地震烈度速报与预警系统项目的建设

与实施提供经验借鉴。

## 1 台网布局

### 1.1 目标区地震地质环境

北部湾经济区地处桂东南强震地震构造区,由于受到云贵高原隆升和太平洋板块俯冲联合作用的影响,地壳运动强烈且复杂。该地地震构造复杂多变,北东向区域性活动断裂有合浦—北流断裂、防城—灵山断裂等,北西向区域性活动断裂有巴马—博白断裂、百色—合浦断裂、涠洲—斜阳断裂等,由此构成华南地区地震活动最强烈和地震灾害最严重的地区之一。整个经济区位于地震烈度Ⅵ度(0.05 g)以上区域,其中30%区域位于Ⅶ度(0.10 g)以上的地震高烈度区<sup>[8]</sup>。从公元288年有地震记载以来,广西地区发生的最大地震为1936年4月1日灵山6 $\frac{3}{4}$ 级地震。广西自1970年开始有地震台网监测记录以来至2012年,陆区最大地震是1977年10月19日平果5.0级地震,海区最大地震是北部湾1994年、1995年发生的6.1、6.2级地震<sup>[9]</sup>。北部湾经济区处于中强地震活动地区,见图1。

### 1.2 台址遴选

一般站主要位于城乡人口密集地区,特别是学校等人员密集的场所,因此台站选址位置多以中小学校为主。将一般站布设于学校,有建设成本低、用电方便、设备安全有保障、便于统一联系、并借此形成地震科普宣传基地等优势。

2015年5月至6月,依据《地震台站建设规范:地震烈度速报与预警台站(DB/T 602015)》<sup>[7]</sup>和《广西地震烈度速报与预警系统建设技术规程》<sup>[8]</sup>对备选学校进行场地勘察、通信信号测试、供电条件调查及征求学校对建设台站的意见后,最终确定建台学校,并依次填写一般站遴选信息表。该课题最终确定了105所学校、1个核电站作为建台场址。

### 1.3 台网布局

北部湾经济区内原有测震台26个和强震动台19个,平均台间距约为40 km。在北部湾地震烈度速报技术系统研究课题支持下,建设了106个一般站,加上原有台站,共计151个台站。北部湾地震烈度台网建设之初,统筹考虑了台站布局:根据断层分布和走向适当加密了断层周边的台站布设;综合考虑了广西正在建设的广西地震烈度

速报与预警系统项目台站布局进行一般站布设(图2)。课题重点加密了曾发生过灵山6 $\frac{3}{4}$ 级地震的防城—灵山断裂带、合浦—北流断裂带的台站

观测。课题完成后,北部湾经济区有测震、强震动、一般站三类台站,台站间距以10~20 km为主,平均台站间距提高到22.6 km(图3)。

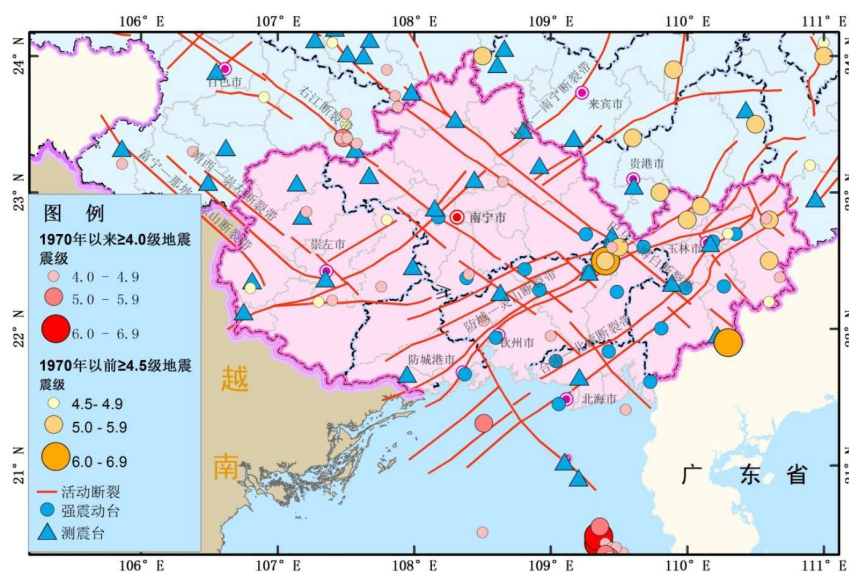


图1 北部湾经济区4.0级以上地震及原有台站分布图

Fig.1 Distribution map of earthquakes with  $M \geq 4.0$  and original stations in the Beibu Gulf Economic Zone

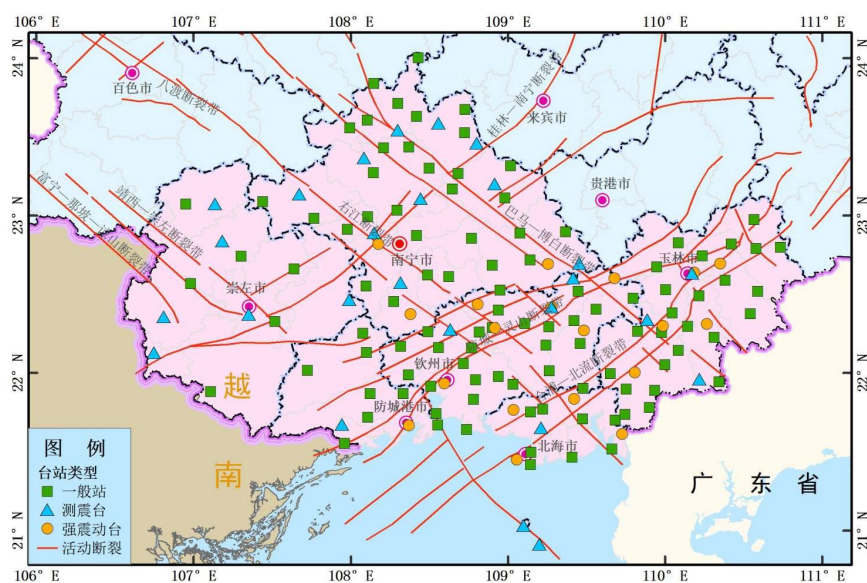


图2 北部湾经济区地震烈度速报一般站分布图

Fig.2 Distribution map of earthquake intensity rapid reporting simple station in Beibu Gulf Economic Zone

## 2 烈度观测系统

### 2.1 技术系统构成

根据《地震台站建设规范:地震烈度速报与预警台站(DB/T 602015)》<sup>[7]</sup>对一般站的设备配置要求,北部湾地震烈度速报一般站的技术系统由观测系统、供电系统和数据传输系统3部分组成。观测系统采用力平衡式一体化加速度仪,数据传

输系统采用电信3G无线VPDN网络作为数据传输信道,供电系统由交流供电组成,如图4。一般站观测的数据实时汇集到广西测震台网中心。

### 2.2 观测墩建设

仪器墩墩基需直接连接土层,要求墩面尺寸40 cm×40 cm,高度距离地面15~30 cm,建造时要求对角打入热镀锌角钢(6 cm×6 cm×75 cm),

采用 40 cm×40 cm 模板,采用 C25 号混凝土浇注并振动捣实,表面提浆抹平。预埋  $\phi 50$ PVC 管,主要用于电源线引入和 GPS 天线引出。

### 2.3 设备安装

专业设备加速度仪需锚固在观测墩上。安装

前,先采用寻北仪(或罗盘)、激光尺等工具,在仪器墩面制作方位线,将加速度仪基准线的 N 方向指向地理北,并且保证其误差小于  $2^\circ$  [9]。

由于观测设备安装在学校内,观测环境不密闭,为降低观测仪器受外界条件影响,定制了玻璃保护罩。玻璃保护罩与仪器墩接触面做防水密封处理。

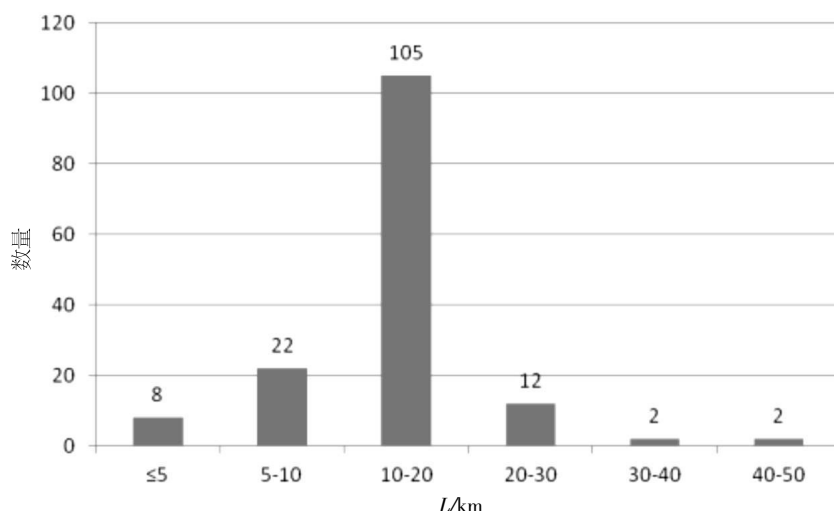


图3 北部湾经济区三类台站台间距图

Fig.3 Spacing map of three types station in the Beibu Gulf Economic Zone

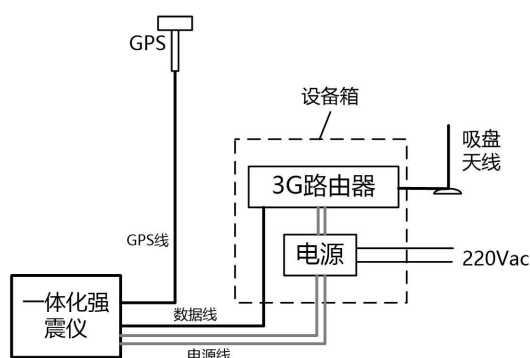


图4 北部湾地震烈度速报一般站设备连接图

Fig.4 Equipment connection diagram of earthquake intensity reporting simple station in Beibu Gulf

## 3 典型地震记录

### 3.1 苍梧 5.4 级地震

2016 年 7 月 31 日广西苍梧发生了 5.4 级地震。震后,广西壮族自治区地震局依照《地震现场工作:调查规范》(GB/T 18208.3-2011)、《中国地震烈度表》(GB/T 17742-2008),确定本次地震烈度分布图<sup>①</sup>,见图 5,Ⅵ度区及以上总面积约 1

160 km<sup>2</sup>,共涉及梧州市苍梧县、贺州市八步区和平桂区 9 个乡镇、45 个行政村、24 344 户、107 005 人。其中:①极震区烈度为Ⅶ度,等震线呈椭圆形展布,长轴 12 km,短轴 8 km,面积约 70 km<sup>2</sup>,涉及:梧州市苍梧县沙头镇,贺州市八步区仁义镇松高村和新联村;②Ⅵ度区长轴 52 km,短轴 28 km,面积约 1 090 km<sup>2</sup>,涉及:梧州市苍梧县沙头镇和石桥镇,贺州市八步区贺街镇、步头镇、仁义镇,贺州市平桂管理区鹅塘镇、沙田镇和公会镇。

广西苍梧 5.4 级地震发生后,刚投入观测不到 1 个月的北部湾地震烈度速报台网就记录本次地震。除 16 个台站因学校放假交流电中断无法记录外,北部湾地震烈度速报台网的 106 个一般站有 86 个记录了广西苍梧 5.4 级地震的波形,部分响应台站的位置见图 5。表 1 为部分响应一般站的观测记录。图 6 为玉林石寨台波形记录的广西苍梧 5.4 级地震波形。

通过图 5 和表 1 可得出,北部湾地震烈度速报台网一般站的强震动记录基本与广西苍梧 5.4 级地震烈度分布相符合。

① 广西壮族自治区地震局. 广西苍梧 5.4 级地震灾害直接经济损失评估报告, 2016.

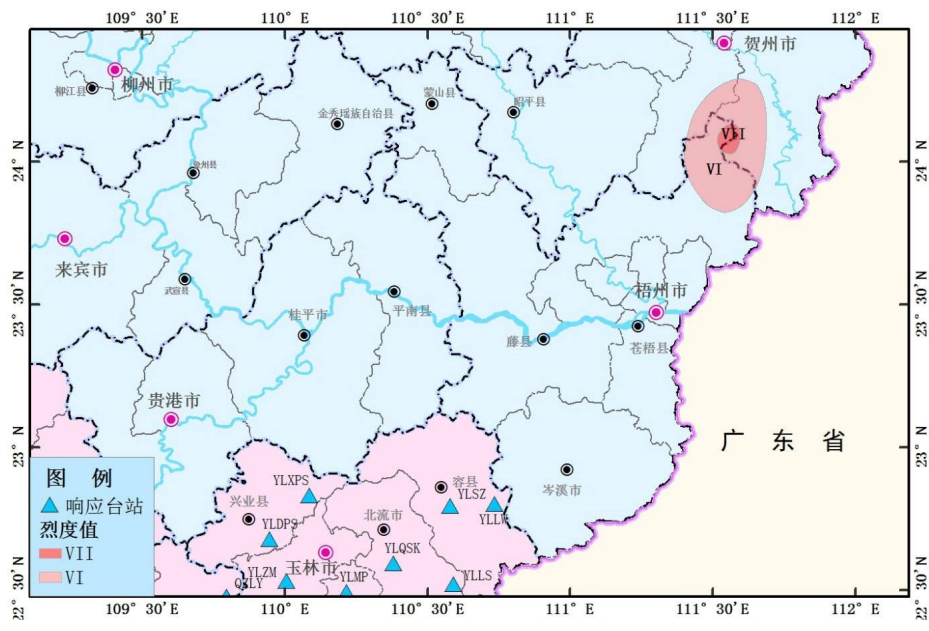


图 5 2016 年广西苍梧 5.4 级地震烈度分布图

Fig.5 Earthquake instrument distribution map of the Cangwu *M*5.4 earthquake in 2016

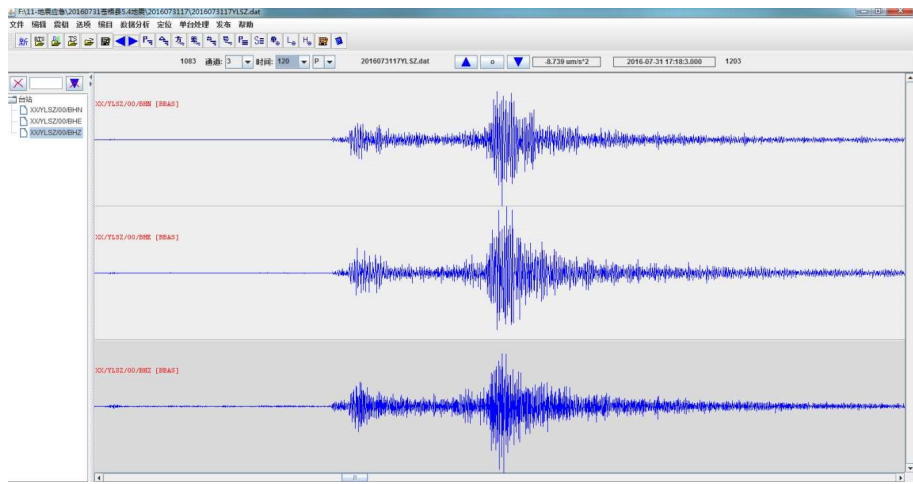


图 6 2016 年广西苍梧 5.4 级地震玉林石寨台波形图

Fig.6 Waveform recorded by Yulin Shizhai station in the Cangwu *M* 5.4 earthquake in 2016

表 1 广西苍梧 5.4 级部分一般站强震记录

Table 1 Strong earthquake records recorded by some stations in the Cangwu <i>M</i> 5.4 earthquake									
序号	台站名	台站代号	震中距/km	PGA 绝对值/Gal	序号	台站名	台站代号	震中距/km	PGA 绝对值/Gal
1	玉林石寨	YLSZ	175	6.25	5	玉林小平山	YLXPS	205	5.16
2	玉林六王	YLLW	166	3.65	6	玉林大平山	YLDPS	226	3.67
3	玉林清水口	YLQSK	205	2.30	7	玉林马坡	YLMP	224	3.16
4	玉林隆盛	YLLS	200	3.73	8	玉林樟木	YLZM	234	1.68

3.2 来宾 4.1 级地震

2016 年 9 月 17 日，广西来宾发生了 4.1 级地震。震后，广西壮族自治区地震局依照《地震现场工作：调查规范》(GB/T 18208.3-2011)、《中国

地震烈度表》(GB/T 17742-2008)，通过灾区震害调查工作，参考震源机制解及余震分布等资料，确定了此次地震的烈度分布<sup>①</sup> (图 7)。此次地震灾区极震区烈度为Ⅵ级度，等震线形状呈椭圆形，

① 广西壮族自治区地震局. 广西来宾 4.1 级地震现场灾害调查报告，2016.



长轴总体呈北西向。其中：Ⅵ度区涉及来宾市兴宾区迁江镇、平阳镇和合山市河里镇，长轴为 17 km，短轴为 11 km，面积约 152 km<sup>2</sup>。Ⅴ度区涉及来宾市兴宾区迁江镇、平阳镇、良江镇、陶邓乡、三五乡、桥巩镇、良塘乡，合山市河里镇、北泗

镇、岭南镇及忻城县果遂乡，长轴为 53 km，短轴为 32 km，面积约 1174 km<sup>2</sup>。  
北部湾地震烈度速报台网又记录此次地震。因该台网部分台站数据中断，仅 30 个一般站记录了广西来宾 4.1 级地震(表 2)。图 8 为南宁木山台记录的广西来宾4.1 级地震波形。

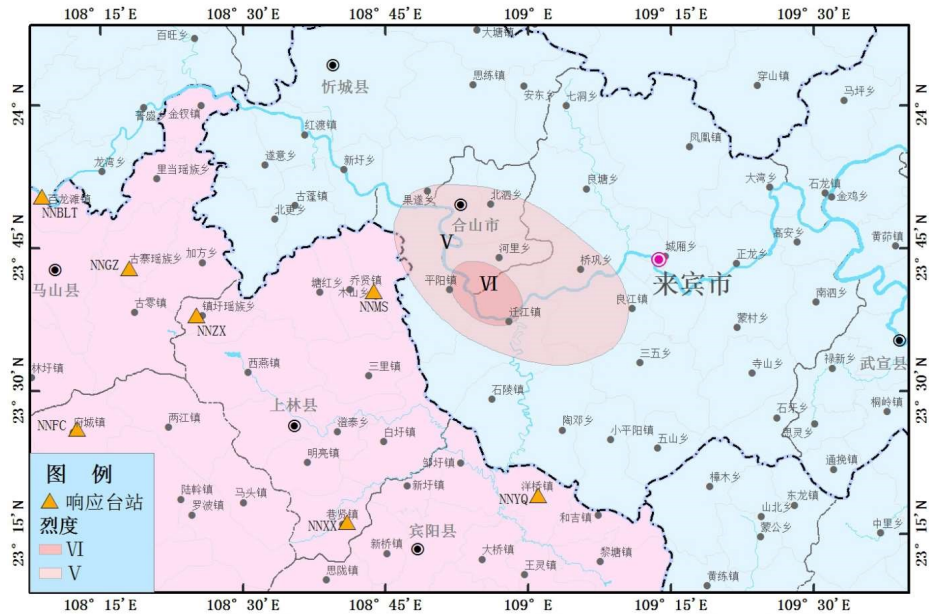


图 7 2016 年广西来宾 4.1 级地震烈度分布图

Fig.7 Earthquake intensity distribution map of the Laibin *M* 4.1 earthquake in 2016

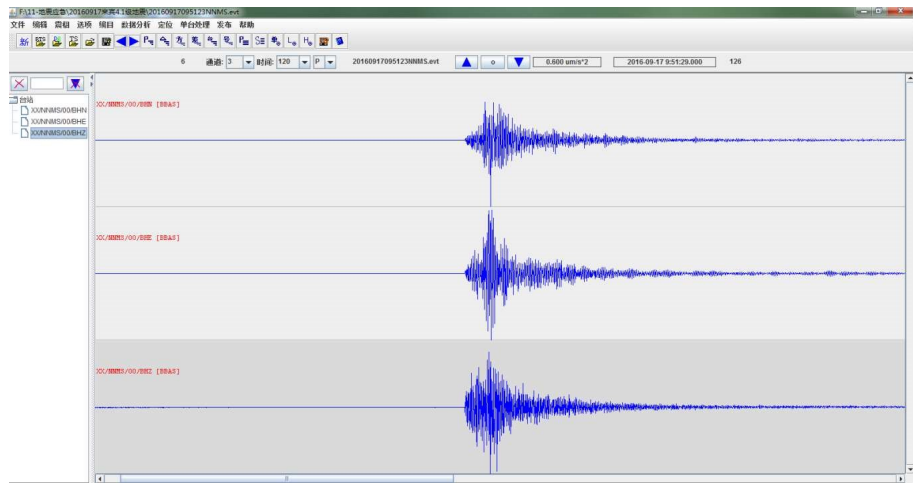


图 8 2016 年广西来宾 4.1 级地震南宁木山台记录的波形图

Fig.8 Waveform recorded by Ningmu Mushan station in the Laibin *M* 4.1 earthquake in 2016

表 2 广西来宾 4.1 级地震的部分一般站强震记录

Table 2 Strong earthquake records recorded by some stations in the Laibin <i>M</i> 5.4 earthquake								
序号	台站名	台站代号	震中距/km	PGA 绝对值/Gal	序号	台站名	台站代号	震中距/km
1	南宁木山	NNMS	19	5.25	4	南宁古寨	NNGZ	63
2	南宁镇圩	NNZX	50	1.29	5	南宁府城	NNFC	76
3	南宁百龙滩	NNBLT	81	2.39	6	南宁巷贤	NNXX	49

通过图 7 和表 2 可得出,北部湾地震烈度速报台网一般站的强震动记录基本与广西来宾 4.1 级地震烈度分布相符合。

## 4 讨论

### 4.1 运行存在的问题

北部湾地震烈度速报台网自 2016 年 6 月完成设备安装,运行已近两年,部分台站观测中断,因此,在 2017 年 9 月开展了一次北部湾烈度速报观测台站巡检。通过巡检发现观测中断的台站数量较多。经统计分析,造成台站终端的原因主要有:交流电中断、通信设备故障、电池故障等。

北部湾地震烈度速报台网运行过程中存在以下问题:① 供电问题。一般站主要位于学校,采用交流电,寒暑假学校放假,遇停电难以及时处理。② 安全运行问题。一般站大多数位于学校一楼楼梯间,部分一般站未采取隔离栏,学生好奇爱动,易影响设备运行。③ 经费问题。由于经费和场地原因未能配置蓄电池,交流电中断后,数据传输终止。④ 实时监控问题。由于项目经费所限,一般站未配备智能电源管理器,不能实时监控台站运行状态。

### 4.2 建议

为提高该台网的使用效率,就以上的不足,本文提出以下建议:

(1) 聘请学校老师作为看护员,及时发现和处理故障。并于每年开展 1 至 2 次台站巡检,综合统计台站运行维护中存在的问题,集中解决难点故障。

(2) 由于各种原因,个别乡镇有 2-3 个台站,部分面积较大的乡镇仅 1 个台站,建议进一步优化台网布局,尽可能均匀分布或对重要断层地区进行加密。

(3) 申请专项运维经费,为台站配备稳定的电源管理系统和 100 Ah 容量电瓶,以保障台站供电稳定,提高连续观测能力。

(4) 现该台网台间距较大,若并入正在建设的广西地震烈度速报与预警台网,台间距由现在的 22.6 km 缩小至 17 km,更接近国家地震烈度速报与预警工程项目在重点地震预警区的 12.5 km 台间距要求<sup>[10]</sup>,这对快速成获取较高精度的网内地震烈度分布图像具有明显的作用,可使该台网发挥更大的社会效用。

### 参考文献:

- [1] 李山有,金星,陈先,等.地震动强度与地震烈度速报研究[J].地震工程与工程振动,2002,22(6):1-7
- [2] 王德才,倪四道,李俊.地震烈度快速评估研究现状与分析[J].地球物理学进展,2013,28(4):1772-1784
- [3] 徐水森.成都市地震烈度速报台网建设与思考[J].四川地震,2012,36(2):35-37.
- [4] 何少林.地震烈度速报与预警台站选址相关问题探讨[J].地震研究,2017,40(1):15-21
- [5] 李鹏.广西北部湾经济区自然灾害时空分异与风险性评估[D].南宁:广西师范学院,2014.
- [6] 广西壮族自治区地震局.广西简明地震信息手册[M].南宁:接力出版社,2015.
- [7] 中国地震局.地震台站建设规范:地震烈度速报与预警台站 DB/T 60-2015[S].北京:地震出版社,2015.
- [8] 广西壮族自治区地震局.广西地震烈度速报与预警系统建设技术规程(桂震发〔2015〕1号)[R].南宁:广西壮族自治区地震局,2015.
- [9] 中国地震局.强震动观测技术规程:DB/T 64-2016[S].北京:地震出版社,2017.
- [10] 杨陈.地震预警设计中的若干系统工程问题研究[D].北京:中国地震局地球物理研究所,2018