

赵桂儒, 孙海霞, 马士振, 等. 北京地震台预警台站断记统计分析[J]. 华南地震, 2024, 44(S1): 131-133. [ZHAO Guiru, SUN Haixia, MA Shizhen, et al. Statistical Analysis of Record Breakup at Beijing Earthquake Early Warning Stations[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(S1): 131-133]

北京地震台预警台站断记统计分析

赵桂儒, 孙海霞, 马士振, 冯刚, 林向东

(北京市地震局, 北京 100080)

Statistical Analysis of Record Breakup at Beijing Earthquake Early Warning Stations

ZHAO Guiru, SUN Haixia, MA Shizhen, FENG Gang, LIN Xiangdong

(Beijing Earthquake Agency, Beijing 100080, China)

关键词: 3G/4G; 预警台站; 断记

Keywords: 3G/4G; Early warning stations; Record breakup

中图分类号: P315

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)S1-0131-03

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.S1.48

0 研究背景

北京市地震局于2019年3月正式启动“北京预警项目”的建设,在利用已有的各类地震监测台站资源的前提下,新(改)建33个基准站,81个基本站和85个一般站,共计199个台站,平均台站间距为9 km左右。按照通讯方式分类,光纤台118个,4G台站64个,3G台站17个。4G台站中基于中国电信网络的有62个,基于中国移动网络的有2个,3G台站全部都是基于中国联通网络。目前北京地震台的预警值班工作只能对断记二十分钟以上的台站进行记录,对一些时间短且频率高的断记情况则没有记录。对预警台站历史数据的间断性进行统计分析对于分析台站的运行状况具有非常重要的参考价值。

1 预警台站断记分析方法

基于以上情况,本文探讨利用Python中obspy

模块^[1]对以seed格式保存的台站的历史波形数据进行间断性统计分析,得到预警台站的详细断记情况。本文以E、N、Z三个分项中的E分项为参照对2023年12月1日到2024年2月29日三个月共计91天的时间里预警台站断记的情况进行了分析。统计分析共采用三种方式:统计每个台站每天断记的次数;对每个台站每次断记时长进行分析;基站对无线台站断记的影响分析。

2 分析结果

2.1 台站每日断记次数分析

统计台站每天断记的次数,基本可以反映台站数据记录的稳定性。本文统计了2023年12月1日到2024年2月29日91天的时间段里每日断记次数大于等于1次、大于等于2次、大于等于3次、大于等于4次、大于等于5次、大于等于10次的占比,分别得出光纤、4G和3G台站的统计表(如果某一天没有数据记录则不参加统计)。

收稿日期: 2024-10-10

基金项目: 北京市自然科学基金项目(8232053); 北京市地震局技术微创新项目(BJWC-2024017)联合资助。

作者简介: 赵桂儒(1983-),男,高级工程师,主要从事地震数据处理和预警研究等工作。

E-mail: 116766621@qq.com

表 1 部分光纤台站断记次数统计表

Table 1 Statistics of the record breakup times of partial optical fiber stations

台站名	>=1次(%)	>=2次(%)	>=3次(%)	>=4次(%)	>=5次(%)	>=10次(%)	总天数
TST	0.02	0.01	0	0	0	0	91
ZKD	0.02	0.01	0	0	0	0	91
NH001	0.02	0.01	0	0	0	0	91
DF004	0.12	0.09	0.02	0.01	0	0	91
NLYFS	0.12	0.08	0.05	0.04	0.02	0	91
DJZMT	0.14	0.12	0.11	0.11	0.08	0.04	91

表 2 部分 4G 台断记次数统计表

Table 2 Statistics of the record breakup times of partial 4G stations

台站名	>=1(%)	>=2(%)	>=3(%)	>=4(%)	>=5(%)	>=10(%)	总天数
MD003	0.04	0.01	0	0	0	0	91
LBGHR	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0	91
M0010	0.07	0.02	0	0	0	0	91
D0007	0.33	0.29	0.26	0.26	0.25	0.25	87
DF003	0.65	0.59	0.56	0.56	0.56	0	91
P0003	0.96	0.91	0.89	0.89	0.87	0.78	91

表 3 部分 3G 台断记次数统计表

Table 3 Statistics of the record breakup times of partial 3G stations

台站名	>=1(%)	>=2(%)	>=3(%)	>=4(%)	>=5(%)	>=10(%)	总天数
MD001	0.03	0.01	0	0	0	0	91
N0004	0.04	0.02	0	0	0	0	91
M0004	0.08	0.03	0.01	0.01	0.01	0	91
N0001	0.23	0.18	0.15	0.13	0.13	0.1	91
DF002	0.31	0.12	0.1	0.07	0.07	0.05	91
AD002	0.58	0.24	0.08	0.01	0.01	0	91

2.2 台站断记持续时间统计

对 seed 数据文件的断记时长进行统计分析，以 2023 年 12 月 1 日 0 点 0 分 0 秒为起始点，对每个台站各个时刻的数据记录状态和持续时间进行扫描，把每个台站断记大于等于 1 s，大于等于 2 s，大于等于 5 s，大于等于 1 min，大于等于 10 min，大于等于 30 min，大于等于 1 h，大于等于 2 h，大于等于 4 h，大于等于 1 d 的比例统计分析，分别得出光纤、4G 和 3G 台站的统计表，绘制断记状态阶梯图。

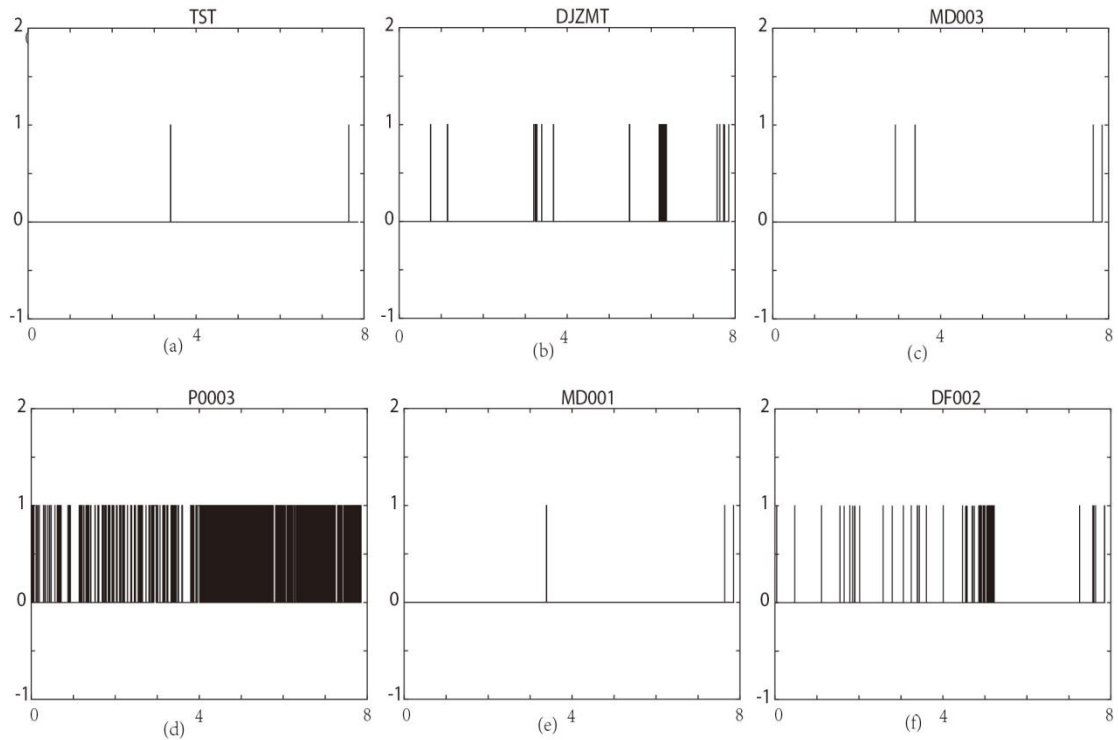
2.3 基站对无线台站断记的影响分析

以 4G 台站为例，根据同时断记台站的地理位

置分布图，可以分析无线台站断记是否受到 4G 基站的影响。

4G 台站中除了 LBGHR 和 BSCFS 是用中国移动的信号外，其他都是中国电信的信号。郊区 4G 基站的覆盖范围按照 10 km 计算，台站数据的断记如果是因为 4G 基站信号问题引起的，那么同一时间断记台站的位置分布应当集中在 10 km 以内。

中国电信 4G 台站 D0002 台持续记录了 91 d，共断记 53 次。其中 98% 大于等于 5 s，70% 大于等于 1 min，6% 大于等于 10 min，可以看出有 64% 的断记时长集中在 1 ~ 10 min。以 D0002 台为中心，观察 D0002 台断记时 4G 台站同时断记的位置分布可以推测断记是否由 4G 基站引起。



注：图a到图f纵坐标1表示断记，0表示有记录，横坐标是相对于起始时间的时间差，单位是秒，计数单位是 $\times 10^6$

图1 部分部分光纤、4G以及3G台断记状态阶梯图

Fig.1 Ladder diagram of the disconnection status of some optical fibers, 4G and 3G stations

以D0002台为中心统计和D0002台同时断记的4G台站距离分布。同时断记在3个以下的台站中，10 km以内和D0002台同时断记次数最多的台是D0007台(距离D0002台6.39公里)，出现了13次，占比24.5%，而距离更近的D0003台(距离D0002台3.1 km)则一次都没有出现。因此无法得出4G基站对断记有明显影响的结论。有15次超过20个台站的同时断记，占比28.3%，这说明暴雨、大风、雷电、雪雾低温等恶劣天气等可能对无线通信造成更大的影响^[2]，这需要进一步的验证。

3 结语

通过以上对预警台站断记的统计分析，我们得出以下结论：

(1) 光纤台每日都有断记的比例最高只有14%，断记总次数最多的有195次；4G台站分别高达96%和5392次；3G台站分别高达58%和689次；光纤台在断记次数上总体优于4G和3G台站；

(2) 光纤台1 min以下的断记平均占比24.7%；4G台1 min以下的断记平均占比29.8%；3G台1 min以下的断记平均占比26.9%；

(3) 少部分4G和3G台站要比差的光纤台还要稳定；

(4) 无线台站的同时断记没有发现和基站有明显关系，受暴雨、大风、雷电、雪雾低温等恶劣天气的影响可能更大。

本研究对北京预警台站的断记进行了较为详细的分析，在今后的台站运维及新建选址工作中具有一定的参考意义。

参考文献

- [1] Krischer L , Megies T , Barsch R , et al. ObsPy: A bridge for seismology into the scientific Python ecosystem[J]. Computational Science & Discovery, 2015, 8(1): 014003.
- [2] 江家青. 通信基站选址与地网设置[J]. 电子世界, 2021 (23): 166-167.