

胡文灼, 欧阳龙斌, 吴叔坤, 等. 广东地震台网台站数据传输质量对比分析[J]. 华南地震, 2019, 39 (1): 12-19. [HU WenZhuo, OUYANG LongBin, WU ShuKun, et al. Comparative Analysis of Station Data Transmission Quality in Guangdong Seismic Network[J]. South China journal of seismology, 2019, 39(1): 12-19]

广东地震台网台站数据传输质量对比分析

胡文灼^{1,2,3}, 欧阳龙斌^{1,2,3}, 吴叔坤^{1,2,3}, 李晋凯^{1,2,3}

(1. 广东省地震局, 广州 510070; 2. 中国地震局地震监测与减灾技术重点实验室, 广州 510070;

3. 广东省地震预警与重大工程安全诊断重点实验室, 广州 510070)

摘要: 根据广东地震台网(下简称广东台网)台站数据传输采用多种方式的现状, 统计和分析了2009年1月1日至2014年12月31日期间44个台站的数据传输质量。阐述了6种传输方式的基本原理, 分析了各种传输方式的质量和产生断记的原因, 提出如何解决传输过程中所遇到的各种问题。从信号的传输质量、运维成本、地震速报和未来地震预警需求等多方面着手, 分析总结了各种传输方式的优劣, 为提高台网运行率和台站数据传输质量, 提出了“以SDH为主、多种传输方式并存”传输方式。

关键词: 数据传输; 断记; 通信方式; 质量分析

中图分类号: P315.78

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662(2019)01-0012-08

DOI: 10.13512/j.hndz.2019.01.003

Comparative Analysis of Station Data Transmission Quality in Guangdong Seismic Network

HU WenZhuo^{1,2,3}, OUYANG LongBin^{1,2,3}, WU ShuKun^{1,2,3}, LI JinKai^{1,2,3}

(1. Guangdong Earthquake Agency, Guangzhou 510070, China; 2. Key Laboratory of Earthquake Monitoring and Disaster Mitigation Technology, CEA, Guangzhou 510070, China; 3. Key Laboratory of Guangdong Province Earthquake Early Warning and Safety Diagnosis of Major Projects, Guangzhou 510070, China)

Abstract: According to the current situation that there are varieties of ways to transfer station data in the Guangdong seismic network (here in after referred to as Guangdong network), the statistics and analysis of data transmission quality during the period of January 1st, 2009 to December 31st, 2014 of 44 stations have been made. Then the basic principle of the 6 transmission modes has been expounded in this paper. Firstly, the quality of various transmission modes and causes of the interruption have been analyzed. Then the solutions to the various problems encountered in the transmission process have been put forward. At last, based on the signal transmission quality, operation, maintenance costs, the future earthquake early warning of seismic demand,

收稿日期: 2017-12-20

基金项目: 中国地震局监测、预报、科研三结合课题 (3JH-201901051)

作者简介: 胡文灼 (1977-), 男, 高级工程师, 主要从事地震监测和研究工作。

E-mail: huwzhuo@163.com.

the merits and demerits of the various transmission modes have been analyzed and summarized. Then mostly in SDH and multiple transmission modes coexist transmission mode have been proposed to improve the network operation rate and data transmission quality.

Keywords: Data transmission; Broken recording; Communication mode; Quality analysis

0 引言

“十五”重点项目“中国数字地震观测网络”完成后,广东地震台网建成44个地震台站,这44个台站与台网中心之间数据传输共采用了6种通信方式。其中,采用SDH方式通信的台站6个,卫星通信的台站4个,CDMA\VNP通信的台站21个,ADSL通信的台站4个,帧中继通信的台站8个,64K同步DDN通信的台站1个(各台站传输方式见表1)。一旦出现通信链路的中断,未能及时处理或又找不出原因,数据就有可能永远丢失无法恢复。如何有效安全防范数据丢失和提高台网数据质量是当前需要解决的问题。笔者通过收集台网6年来相关数据记录资料,结合各台站采用的实际通信手段,对记录资料进行了断记统计,并对比分析了数据传输质量,总结出6种通信手段的优劣,为日后各项科研工作提供更好的服务。

1 广东台网简介

广东数字地震台网是广东省人民政府和中国地震局共同投资建设的区域地震台网。台网采用了24位数字化地震信号采集、实时(准实时)数据传输、实时监控、计算机处理及计算机网络等技术。系统具有宽频带、大动态、高分辨率的记录特点,可获得高精度的地震波形数据,能在几分钟内快速测定省内发生的 $M_L \geq 1.5$ 级地震参数及记录邻省区域、国内外发生的较大地震事件,并且通过计算机通信网络获得省内外其它地震台网产出的地震数据,为专业部门提供地震数据快速报告及地震数据查询服务。在地震监测预报、工程地震和地震科学研究中发挥着重要作用。广东台网主要由44个地震台站和1个台网中心组成(地理位置分布见图1),并包含2个区域地震台网,分别是新丰江台网、汕头台网。

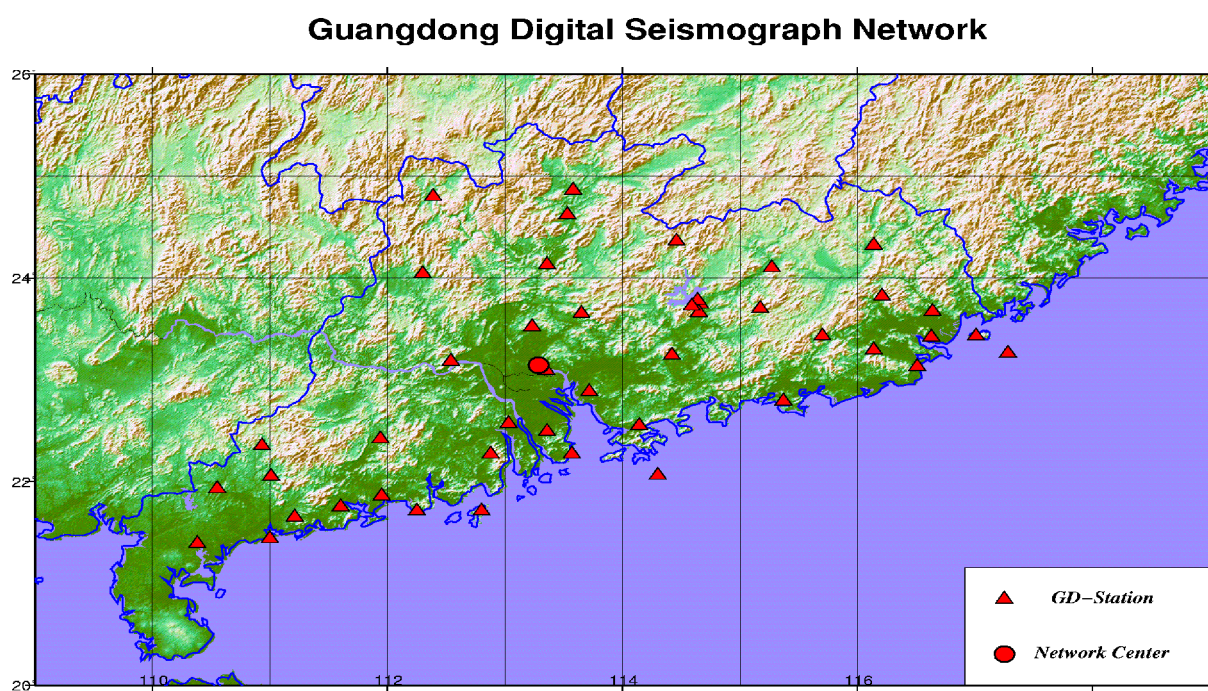


图1 广东台网直属台站(44个)分布图

Fig.1 Station distribution of Guangdong network(44)

2 广东台网各台站通讯方式及原理简介

由引言及表 1 可知，广东台网“十五”期间建成的 44 个台站，采用 CDMA\VPN 传输方式的台站最多，有 21 个台，接近总数的 50%。而帧中继、卫星、SDH、ADSL 和 DDN 依次减少。原在“九五”期间广东台网建成的 23 个台站，就有 20 个台采用了 DDN 传输方式。广东台网“十五”时期与“九五”时期台站数量、传输方式相比较，

明显减少了采用 DDN 传输方式。通过多年的运行总结，考虑到 DDN 传输费用昂贵，维护困难、传输质量不佳等原因，“十五”重点项目“中国数字地震观测网络”，广东台网台站采用了 CDMA\VPN、帧中继、卫星、SDH、ADSL、64 同步 DDN 等多种实时传输并存方式(见图 2 和表 2)，这样既保障了地震速报对实时的需求，又提高了台网的整体运行率。

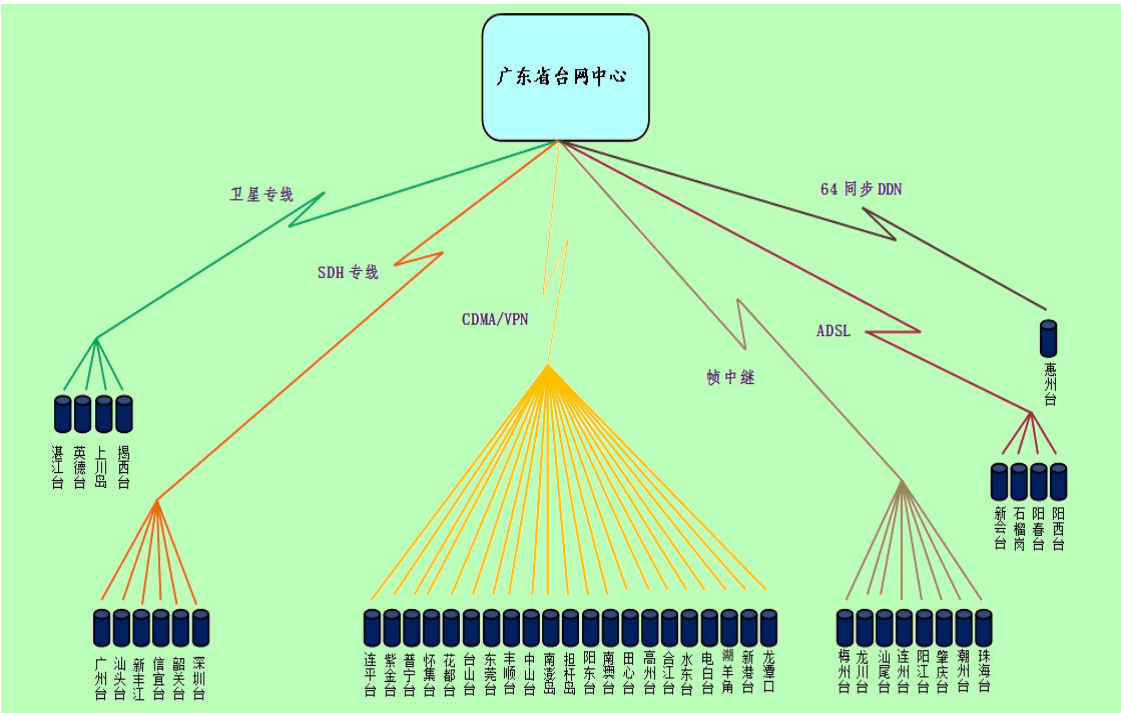


图 2 广东台网数据传输通信链路示意图
Fig2 Diagram of data transmission and communication link of Guangdong network

表 1 广东台站数据传输方式
Table 1 Station data transmission mode in Guangdong network

序号	传输方式	使用该传输方式台站
1	卫星	湛江 (ZHJ)、英德 (YND)、上川岛 (SCD)、揭西 (JIX)
2	SDH	广州 (GZH)、汕头 (SHT)、新丰江 (XFJ)、信宜 (XNY)、韶关 (SHG)、深圳 (SZN)
3	ADSL	新会 (XNH)、石榴岗 (SLG)、阳春 (YGC)、阳西 (YGX)
4	CDMA\VPN	连平 (LIP)、紫金 (ZIJ)、普宁 (PUN)、怀集 (HUJ)、花都 (HUD)、台山 (TIS)、东莞 (DOG)、丰顺 (FES)、中山 (ZHS)、南澎岛 (NAP)、担杆岛 (DGD)、阳东 (YGD)、南澳 (NAO)、田心 (TIX)、高州 (GAO)、合江 (HEJ)、水东 (SHD)、电白 (DNB)、湖羊角 (HYJ)、新港 (XIG)、龙潭口 (LTK)
5	帧中继	梅州 (MEZ)、龙川 (LCH)、汕尾 (SHW)、连州 (LIZ)、阳江 (YGJ)、肇庆 (ZHQ)、潮州 (CHZ)、珠海 (ZHH)
6	64 同步 DDN	惠州 (HUZ)

根据地震观测规范要求,台站数据的年连续率要达到 95%以上,由于广东目前的通信条件相对一般,各类无线、有线网络覆盖范围有限,因此各个台站使用的通信方式根据当地不同的通信条件选择决定。综合考虑传输方式的性价比、链路的稳定性等因素,CDMA\VPN 台站使用了两级链路组合的数据传输方式,其余的台站是通过一次传输将数据实时发送至广东台网中心。

2.1 卫星通信方式

卫星通信系统由卫星和地球站两部分组成。卫星在空中起中继站的作用,即把地球站发上来的电磁波放大后再返送回另一地球站。地球站则是卫星系统与地面公众网的接口,地面用户通过地球站出入卫星系统形成链路。它具有通信距离远,通信频带宽,传输容量大,通信线路稳定可靠的特点。卫星通信主要用于超远距离点对点传输,较适合地点偏僻、公共数据网条件不好的台站的信号传输。

2.2 光纤(SDH)通信方式

SDH(Synchronous Digital Hierarchy,同步数字体系)是一种将复接、线路传输及交换功能融为一体、并由统一网管系统操作的综合信息传送网络。SDH 的核心特点是同步复用、标准光接口以及强大的网络管理能力。通过台站信息节点与省地震信息中心局域网的 IP 数据通信,从台站到省局台网中心采用了 2Mbps 的 SDH 专线传输链路。SHD 同步数字通信方式在我国测震台网广泛应用。

2.3 ADSL 通信方式

ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line,非

对称数字用户线)即非对称数字信号传送,是一种通过现有普通电话线为家庭、办公室提供宽带数据传输服务的技术,随着距离的增加和线路的恶化,速率会受到影响,传输距离达 3~5 km。ADSL 通信具有提供灵活的专线与虚拟拨号接入方式,上网和打电话互不干扰的优点。ADSL 可提供下行 2 M~8 Mbit/s,上行 64 K~640 Kbit/s 的传输速度。对于单个台站,可以满足日常的数据传输需要。

2.4 CDMA 通信方式

CDMA 是码分多址的英文缩写(Code Division Multiple Access),它是在数字技术的分支—扩频通信技术上发展起来的一种崭新而成熟的无线通信技术。CDMA 技术的原理是基于扩频技术。接收端使用完全相同的伪随机码,与接收的带宽信号作相关处理,把宽带信号换成原信息数据的窄带信号即解扩,以实现信息通信。此技术具有为用户提供高速数据业务和更灵活的数据传输优点。CDMA\VPN 组网方式在地震行业应用比较广泛,尤其在流动地震观测中曾得到广泛应用。

2.5 帧中继通信方式

帧中继(Frame Relay)是一种网络与数据终端设备(DTE)接口标准。由于光纤网比早期的电话网误码率低,因此,可减少 X.25 的差错控制过程,从而可以减少结点的处理时间,提高网络的吞吐量。目前帧中继的主要应用之一是局域网互联,特别是在局域网通过广域网进行互联时,使用帧中继更能体现它的低网络时延、低设备费用、高带宽利用率,误码率极低,能实现近似无差错传输等优点。

表 2 广东台网地震数据传输通信方式通信费用对比

Table 2 Comparison of seismic data transmission mode and communication cost of Guangdong network

序号	传输方式	该传输方式特点	安装设备 费用/(元)	每月费用/ (元)
1	卫星	①通信范围大;②不易受陆地灾害影响;③建设速度快;④信号到达有延迟; ⑤受降雨影响;⑥稳定、无误码。	60 000	2500
2	SDH	①网络稳定可靠,误码少;②网络运行灵活、安全、可靠;③有传输和交换的性 能;④传输速率高,网络延迟小;⑤带宽好;⑥防干扰性能好。	3000	1000
3	ADSL	①距离增加速率会受到影响;②通信范围大;③建设速度快;④带宽较好。	1000	500
4	CDMA\VPN	①基站的覆盖特性较好;②发信功率小、保密性强;③网络不畅,中断多。	1000	200
5	帧中继	①低网络时延;②设备费用低;③带宽利用率高;④误码率极低,差错极少。	3000	4000
6	64 同步 DDN	①传输速率高;②传输质量较高;③协议简单;④灵活的连接方式;⑤电路可靠 性高;⑥网络运行管理简便。	3000	4000

2.6 DDN 通信方式

数字数据网 DDN(Digital Data Network)就是适合这些业务发展的一种传输网络。它是将数万、数十万条以光缆为主体的数字电路,通过数字电路管理设备,构成的数据传输基础网络。DDN 通信方式适用于中远距离台站的地震信号传输,它性能稳定,传输误码率低,传输速率高等优点。

3 传输质量分析

3.1 数据的收集

选取 2009 年 1 月 1 日至 2014 年 12 月 31 日 6 年的广东台网 44 个台波形数据。在这段时间内从台网中心软件的断记统计功能导出断记统计数据,通过 OFFICE 软件分出来表 3 中 44 个台 6 年的断

表 3 44 个台站连续率数据统计表
Table 3 Continuous rate statistics of the 44 stations

序号	台站名	代码	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	平均值
1	潮州	CHZ	98.85	98.95	97.70	99.31	99.16	99.73	98.79
2	担杆岛	DGD	94.40	96.05	67.49	76.27	92.10	84.83	85.26
3	电白	DNB	95.95	95.43	97.56	97.38	97.86	97.88	96.84
4	东莞	DOG	94.98	98.84	99.10	98.01	99.62	99.63	98.11
5	丰顺	FES	99.82	99.25	99.81	99.32	99.90	99.69	99.62
6	高州	GAZ	90.73	95.26	96.53	94.58	97.32	92.68	94.88
7	广州	GZH	99.16	99.04	99.48	99.34	98.39	99.87	99.08
8	合江	HEJ	98.21	92.42	99.31	98.91	99.52	97.61	97.67
9	花都	HUD	96.49	94.87	94.33	91.12	98.90	99.70	95.14
10	怀集	HUJ	98.44	98.05	99.43	98.58	99.09	97.90	98.72
11	惠州	HUZ	95.75	94.70	98.56	96.92	98.33	99.53	96.85
12	湖羊角	HYJ	96.69	93.60	98.53	98.65	99.35	99.71	97.36
13	揭西	JIX	87.52	81.32	96.27	96.04	97.57	97.08	91.74
14	龙川	LCH	99.17	98.83	99.53	98.9	97.61	99.13	98.81
15	连平	LIP	99.23	98.61	97.71	98.56	98.79	99.60	98.58
16	连州	LIZ	97.95	98.51	98.44	97.26	97.91	99.56	98.01
17	龙潭口	LTK	97.09	96.71	97.31	96.41	97.76	98.82	97.06
18	梅州	MEZ	97.80	98.96	99.75	98.22	99.13	98.56	98.77
19	南澳	NAO	98.67	97.49	99.61	98.25	98.46	99.14	98.50
20	南澎岛	NAP	86.23	69.02	89.9	77.65	17.35	82.33	68.03
21	普宁	PUN	98.09	99.91	99.11	99.43	98.81	94.40	99.07
22	上川岛	SCD	98.54	94.70	88.74	74.32	96.89	88.38	90.64
23	水东	SHD	97.49	98.16	98.47	98.64	98.85	98.66	98.32
24	韶关	SHG	99.14	99.14	99.42	94.74	98.81	99.03	98.25
25	汕头	SHT	98.43	98.22	99.78	99.38	99.73	99.17	99.11
26	汕尾	SHW	98.92	98.94	99.35	98.59	99.65	98.42	99.09
27	石榴岗	SLG	98.22	94.47	72.25	97.25	43.03	53.21	81.04
28	深圳	SZN	98.89	98.87	99.91	98.76	99.75	98.35	99.24
29	台山	TIS	95.71	97.2	97.69	97.32	98.09	97.38	97.20
30	田心	TIK	94.93	99.04	98.89	97.92	98.2	98.77	97.80
31	新丰江	XFJ	98.64	96.14	96.48	98.36	91.84	97.12	96.29
32	新港	XIG	97.83	97.25	99.23	99.03	98.65	98.97	98.40
33	新会	XNH	97.93	95.77	97.46	96.86	98.24	99.44	97.25
34	信宜	XNY	98.62	90.04	97.72	92.29	97.79	99.18	95.29
35	阳春	YGC	92.78	88.49	90.43	89.64	96.75	96.40	91.62
36	阳东	YGD	96.41	98.84	99.29	98.62	97.75	99.45	98.18
37	阳江	YGJ	99.57	98.77	99.23	99.13	99.35	98.40	99.21
38	阳西	YGX	99.15	98.41	97.04	98.9	99.19	99.56	98.54
39	英德	YND	95.89	96.50	98.52	95.60	99.25	97.63	97.15
40	珠海	ZHH	98.77	99.20	98.57	98.45	98.33	98.60	98.66
41	湛江	ZHJ	94.12	93.83	97.39	98.44	99.66	98.99	96.69
42	肇庆	ZHQ	99.00	98.65	98.41	97.65	97.50	99.11	98.24
43	中山	ZHS	96.48	97.74	99.26	98.31	97.96	98.45	97.95
44	紫金	ZIJ	97.77	98.11	98.43	99.38	98.49	99.54	98.44

记连续率统计数据。并通过每天在台网中心使用 MSDP 软件浏览数据波形,与导出的断记数据进行一一核对,得出本文所用的数据真实有效性。另外,在排除非通信原因导致的地震信号中断时,参考了台网中心系统日志与技术室检修记录分析数据质量。

3.2 数据的处理

本文分析的数据仅以传输信道中断而产生的数据中断进行统计分析,排除非通讯传输因素所造成数据中断。经过统计、计算和处理得出 6 种传输方式 6 年来的数据运行率(表 4)。

表 4 6 种传输方式连续率统计表
Table 4 Continuous rate statistics of six transmission modes

序号	台站名	代码	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	平均值
1	潮州	CHZ	98.87	98.98	97.74	99.31	99.16	99.73	98.97
2	担杆岛	DGD	94.42	96.10	67.60	76.27	92.10	84.83	85.22
3	电白	DNB	95.97	95.47	97.65	97.38	98.50	97.88	97.14
4	东莞	DOG	95.00	98.88	99.20	98.01	99.62	99.63	98.39
5	丰顺	FES	99.84	99.30	99.85	99.32	99.90	99.69	99.65
6	高州	GAZ	90.76	95.31	96.63	94.58	97.32	92.68	94.55
7	广州	GZH	99.19	99.08	99.61	99.34	98.39	99.87	99.25
8	合江	HEJ	98.23	92.45	99.40	98.91	99.52	97.61	97.69
9	花都	HUD	96.51	94.91	94.43	91.42	98.90	99.70	95.98
10	怀集	HUJ	98.46	98.10	99.46	98.58	99.09	97.90	98.60
11	惠州	HUZ	95.77	94.73	98.62	96.92	98.33	99.53	97.32
12	湖羊角	HYJ	96.71	93.64	98.64	98.65	99.35	99.71	97.78
13	揭西	JIX	87.54	81.35	96.34	96.04	98.30	97.08	92.78
14	龙川	LCH	99.19	98.88	99.64	98.90	97.61	99.13	98.89
15	连平	LIP	99.25	98.65	97.81	98.56	98.79	99.60	98.78
16	连州	LIZ	97.97	98.55	98.54	99.10	98.55	99.56	98.71
17	龙潭口	LTK	97.11	96.76	97.37	96.41	98.03	98.82	97.42
18	梅州	MEZ	97.82	99.01	99.80	98.22	99.18	99.12	98.86
19	南澳	NAO	98.70	97.53	99.72	98.25	98.46	99.14	98.63
20	南澎岛	NAP	86.25	69.06	89.99	77.65	17.55	82.33	70.47
21	普宁	PUN	98.11	99.94	99.17	99.43	98.81	95.06	98.42
22	上川岛	SCD	98.56	94.74	88.80	75.74	96.89	88.38	90.52
23	水东	SHD	97.51	98.21	98.53	98.64	98.85	99.21	98.49
24	韶关	SHG	99.16	99.19	99.52	94.74	98.81	99.03	98.41
25	汕头	SHT	98.45	98.26	99.87	99.38	99.73	99.17	99.14
26	汕尾	SHW	98.94	98.99	99.39	98.59	99.65	98.42	99.00
27	石榴岗	SLG	98.24	94.51	77.72	97.25	98.02	99.21	94.16
28	深圳	SZN	98.91	98.90	99.94	98.76	99.75	98.35	99.10
29	台山	TIS	95.73	97.25	97.79	97.97	98.09	97.38	97.37
30	田心	TIK	94.95	99.08	98.99	97.92	98.20	98.77	97.99
31	新丰江	XFJ	98.66	96.19	96.56	98.36	91.84	97.12	96.46
32	新港	XIG	97.85	97.30	99.29	99.03	98.65	98.97	98.51
33	新会	XNH	97.95	95.82	97.56	96.98	98.24	99.44	97.67
34	信宜	XNY	98.64	90.09	97.78	92.29	97.79	99.18	95.96
35	阳春	YGC	92.80	88.54	90.53	89.64	96.75	96.40	92.44

(转下表)

(续表 4)

序号	台站名	代码	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	平均值
36	阳东	YGD	96.43	98.89	99.34	98.62	97.75	99.45	98.41
37	阳江	YGJ	99.59	98.82	99.29	99.13	99.35	98.40	99.09
38	阳西	YGX	99.18	98.45	97.13	98.90	99.19	99.56	98.73
39	英德	YND	95.91	96.54	98.63	97.68	99.25	97.63	97.60
40	珠海	ZHH	98.79	99.23	98.62	98.45	98.33	98.60	98.67
41	湛江	ZHJ	96.78	93.87	97.49	98.77	99.66	99.59	97.69
42	肇庆	ZHQ	99.03	98.69	98.52	97.65	97.50	99.11	98.42
43	中山	ZHS	96.50	97.79	99.31	98.52	97.96	98.45	98.09
44	紫金	ZIJ	97.79	98.14	98.51	99.38	98.49	99.54	98.64

4 数据统计及对比分析

4.1 数据统计方法

广东台网“十五”期间有 44 个地震台站，共

采用 6 种数据传输手段。为更直观地表现 6 种手段的通信质量，将表 4 中的年平均数值绘制成柱状图，见图 3。

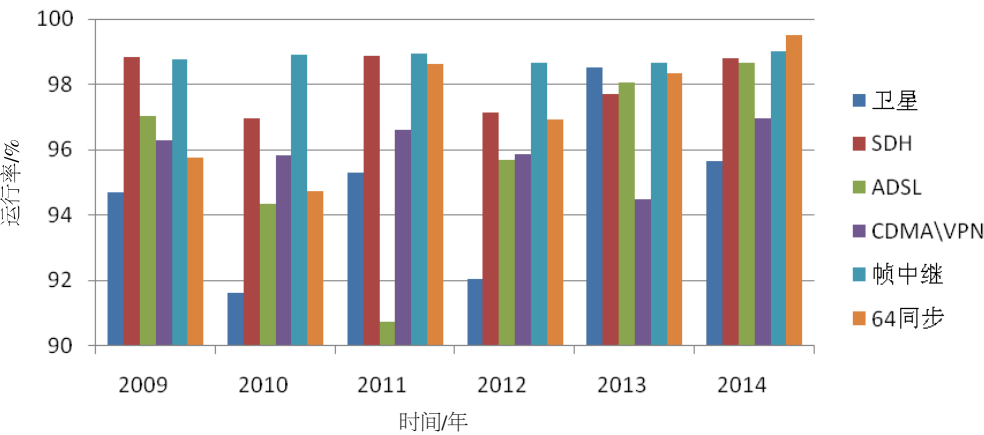


图 3 6 种通信手段运行率对比柱状图

Fig 3 Operation rate contrast histogram of six communication means

4.2 数据对比观测结果分析

由图 3、表 2 可以看出 6 种通信方式对比结果如下：

- (1)帧中继通信，运行率最高，达到 98.74%，中断次数少，并且中断时间也很短，但是它的安装费和通信费也是相对较高的，根据地震速报的要求，必须有适当数量的台站为帧中继通信。
- (2)SDH 通信，其次 SDH 中断，运行率为 98.03%，且每次同时中断同时恢复，经过咨询管理网络专业人员，估计为光纤接入台网中心出现问题，如果解决此问题，将会大大提高通信质量，另外，由于 SDH 受安装条件的所限，在比较偏远

- 的地方无法安装或安装费用过高，在不要求速报的情况下，可以考虑用其它的通信方式。
- (3)卫星通信，中断次数少、中断时间短，但是其安装费用和通信费用高，建议如果不是速报的台站，在其他条件允许的情况下，可以考虑安装其它的通信方式，如 CDMA 等。上川岛台与揭西台中断次数多，且中断时间也很长，主要原因雷电击毁卫星信号设备、数据采集器。
- (4)ADSL 通信，传输中断次数也少，时间也较短，但是受距离影响，如果距离太远，则信号衰减较大，有些偏远地区不适合安装。通信传输中断主要原因估计是台站数据采集器死机造成。例如：石榴岗台 2013 年 5 月 20 日至 2013 年 12

月7日和2014年7月16日至2015年1月1日出现2次长时间断记,原因为数采故障,数采为井下设备,且为国外厂商制造,国内并无备份机器,短期内难以恢复,等待维修时间较长。

(5)CDMA通信,中断较多,主要是NAP台与DGD台的中断,两海岛台6年平均运行率82.33%与84.83%。分析其原因可能是处于海上,CDMA信号强度长期不稳定,信号时有时无,且中断时间也很长,另外台站使用太阳能供电,有时也可能因为没电而造成中断。其它CDMA传输方式的台站,总的来讲,数据传输质量是好的,均能达到95%以上;这是由于台站的CDMA-IP盒子具有断点续传的功能,保证了台站数据的连续性和完整性。因此,CDMA数据传输通信方式是目前较经济的准实时地震数据传输方式。

(6)DDN通信,运行率达到97.30%,通信传输中断次数少,断记主要原因受台风、暴雨、雷击等恶劣天气影响或台站数据采集器死机造成。HUZ台是广东台网唯一采用64同步DDN传输的台站,从运维成本高和传输质量不佳等原因,将来也会改为其它的通信方式。

5 结语

通过对广东台网6年运行期间的地震数据质量分析,结果表明,广东台网各种通信方式的年运行率均能达到地震观测规范要求的95%以上,但是也存在一定的不足。为了提高台网的运行率和台站数据的完好率,也借鉴年运行率好的兄弟省局台网经验,对广东台网提出以下几点改进。

5.1 及时维护、加强联系

广东台网所属的44个地震台站,有相当一部分是无人值守的台站,对运行率影响较大的原因,主要是没有及时进行维护而导致的。有时候要从省局派技术人员去维护,这就造成长时间的信号中断,因此必须做到及时维护,大大压缩数据中断的秒数,保证数据连续性和完整性。同时必须加强与电信和网络部门的联系,发现通信链路中断和网络中断时,应及时通报,要求他们以最快的速度及时修复,保证通信链路的畅通。

5.2 台站存贮、数据连续

由于6种通信方式有各自的特点,如果在每个台站都安装具有断点续传功能的IP盒子,或者是加

挂大容量的硬盘,在一定的时间进行刻录,这样就可以在很大程度上保证数据连续性和完整性。

5.3 SDH为主、多种并存优化组合

在全国年运行率好的台网,例如:河南台网、安徽台网、重庆台网数据传输都是采用SDH传输,由于网络稳定可靠,误码少,传输速率高,网络延迟小,所以年运行率均99.5%以上。广东台网根据本台网的特点,台站环境因素、地震速报要求、通信费用等因素,采用以SDH为主、多种通信方式并存是符合目前地震台网地震数据传输的需要和未来地震预警需求。在布局上多种传输方式也要根据实际情况优化组合,不能搞单一化,使多种传输方式在台网的日常运行中能体现出高运行率和费用实惠。

5.4 适当调整、一台二传

以重庆台网通信方式为例,光纤与CDMA之间做浮动路由实现热备份,平时优先走光纤,光纤故障时走CDMA备用链路。广东台网可以参考重庆台网经验,有条件台站可以考虑安装两套不同的而受干扰因素不同的通信手段,可以优势互补,提高整个台站运行率。

通过以上努力,使整个台网系统运行至始至终处于一个高运行率的状态,以满足地震监测和地震速报的实际需要和未来地震预警需求,大大提高防震减灾和服务社会的能力。

参考文献:

- [1] 林伟,吴叔坤,吴永权. 湛江数字地震台DDN与卫星传输对比分析[J]. 华南地震,2004,24(2):69-74.
- [2] 吴叔坤,吴永权,林伟. 广州数字地震台IP传输质量分析[J]. 地震地磁观测与研究,2005,26(5):104-113.
- [3] 吴叔坤,林伟,吕金水,等. IP/VPN准实时传输地震波形数据的质量分析和效益评价[J]. 华南地震,2006,26(2):98-105.
- [4] 林伟,杨马陵,郭得顺,等. 广东兴宁大兴煤矿塌陷地震应急组网监测[J]. 华南地震,2006,26(2):96-102.
- [5] 中国地震局监测司. 测震台网运行管理细则[Z]. 北京:中国地震局,2015.
- [6] 中国地震局监测预报司. 测震学原理与方法[M]. 北京:地震出版社,2017.