

无线扩频通信在山区的应用

衣明钦, 冯安胜

(临朐县电业局, 山东临朐 262600)

关键词: 无线电通信; 扩频; SCADA

中图分类号: TM 73; TN 914.4

0 引言

临朐县电业局地处沂蒙腹地, 所辖 18 座变电站, 有 15 座在山区, 地形复杂, 通信闭塞, 在变电站无人值班改造中, 我们根据变电站所处的地理环境、通信现状, 在充分考察论证的基础上, 决定采用经济、实用的无线扩频数字通道为通信主通道, 以载波模拟通道为通信备用通道。至今, 已有 7 座无人值班变电站的监控系统采用扩频、载波双通道模式。下面以 35 kV 寺头变电站无线扩频工程为例, 介绍我们的应用经验。

1 无线扩频通信方案

我们在设计时参考了原邮电部 1989 年颁布的 YDJ121—89《数字微波接力通信工程设计暂行规定》和美国 DTS 公司 SKYPLEX I 电台说明书、以色列 RAD 公司 DV-MUX 复用器说明书, 以及天线及馈线生产厂家的技术资料等, 确定该工程提供远动实时数据及语音的传输。

线路传输质量指标定为: 任何月份 0.4% 以上时间的平均误码率不大于 $10^{-6}/\text{min}$, 0.054% 以上时间平均误码率不大于 $10^{-3}/\text{s}$, 误码累计时间不大于全月的 0.32%。

在设计中还进行了路径衰落储备的计算、中继率的计算、电路余隙的计算和地面反射点计算等。

根据理论计算结果及实地勘测, 寺头站无线扩频工程为 2 段(参见图 1), 一段是县局基站至大山变电站, 另一段是由大山变电站至寺头变电站; 在大山变电站建有源中继站, 县局至大山站设置为 1 波道, 工作频率为 2 407.549 MHz, PN 码设置为 3, 大山站至寺头站设置为 15 波道, 工作频率为 2 479.637 MHz, PN 码为 1。在该段内有桃花山阻挡, 故在桃花山上建无源中继站。远动信息及语音信号由寺头变电站经桃花山无源中继站、大山有源中继站, 最后到达县局基站。

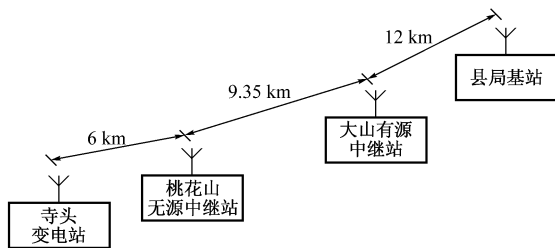


图 1 无线扩频通信站分布示意

Fig. 1 Distribution of spread spectrum radio station

2 设备选型及主要技术参数

2.1 选型

本系统采用扩频通信方式, 是因为其信道保密性强, 信道质量好, 可靠性高, 抗干扰能力强, 具有优异的抗衰耗能力和抗多径干扰能力, 不干扰同频其他系统, 且功率谱密度低, 可与其他系统共用频段, 还具有多址通信能力及组网灵活等特点。

扩频电台采用美国 DTS 公司生产的 SKYPLEX I, 其最高功率达 680 mW, 接收灵敏度可达 8 dBm, 最远无源中继 100 km, 适合于无源中继, 而且具有误码显示、多种链路工作状态及告警显示, 可由计算机检测; 具有软件状态设置及控制功能; 提供远程管理计算机接口; 每机同时有 6 种不同接口; 系统中扩频电台输出的 64 kbit/s 的数据流通过以色列 RAD 公司生产的 DV-MUX3 复用器分解出 2 条话音通道和 1 条数据通道, 再通过 RAD 公司的 STM-2 统计多路复用器把 1 条数据通道分解成 2 条数据通道。

2.2 技术参数

2.2.1 SKYPLEX I 扩频电台主要技术参数

频率范围: 2 400.0 MHz~2 483.5 MHz; 最远通信距离 100 km; 异步速率: 9.6 kbit/s, 同步速率 1.2 kbit/s, 2.4 kbit/s, 4.8 kbit/s, 9.6 kbit/s, 19.2 kbit/s, 56.64 kbit/s; 输出功率: 最大为 +28 dBm 可调。

对于 64 kbit/s 速率, 其有 15 个不交叉信道, 其信道带宽为 5.1 MHz, 调制方法为 QPSK 直接序列

扩频,存储的扩频码数为 8 个,频率稳定度为 10^{-5} 。

最大(无损害)接收电平:0 dBm。

接收灵敏度:对 64 kbit/s 速率为 -98 dBm。

射频接口:N 型(阴)。

2.2.2 DV-MUX 复用器主要技术参数

DV-MUX 是一个自适应时分复用器(TDM),可接 1 路~2 路低速话音通道和 1 路数据通道。它采用时分多路复用、位交织方式,以缩小延时。

线路和数据通道均有多种接口方式可供选择,如 V24/232, V35, V36/RS449 和 RS530 X21。

线路数据速率从 9.6 kbit/s 至 256 kbit/s。

低速话音压缩采用一种专有的 PCELP 话音数字化技术,可选择的压缩话音速率为 6.4 kbit/s, 7.2 kbit/s, 8.0 kbit/s 或 9.6 kbit/s。

话音模块内部配有一个回波抵消器,并具有前向纠错功能,提供的接口包括 2 线 FXS 接口, 2 线 FXO 接口, 2 线或 4 线 EM 接口。另外,FXS 接口支持直流供电和振铃产生。

当采用自适应工作方式时,带宽将动态地分配给话音通道和数据通道,当话音通道“空闲”时,数据通道将得到额外的带宽,同步数据通道工作速率从 0.8 kbit/s 到 252.8 kbit/s。

具有自诊断功能,包括针对每条通道的环测、对数据比特差错率测试以及话音通道的音频注入。

2.2.3 天线

采用栅格抛物面天线,其重量轻、强度高、风阻小、电性能与相同口径的板状抛物面天线基本相同,风阻只是相同口径的板状抛物面天线的 25%~40%,在 200 km/h 风速下能正常工作,且安装调整方便。

本线路采用天线的频率范围为 2.4 GHz~2.483 5 GHz;口径分别为 2.4 m, 4 m, 4.5 m;中心频率增益分别为 33.4 dB, 37.8 dB, 38.8 dB;波束宽度分别为 3.64°, 2.18°, 1.94°;前后比分别为 35 dB, 40 dB, 45 dB;驻波比均为 1.3;交叉极比不小于 32;方位 $\pm 10^\circ$,俯仰 $\pm 10^\circ$ 。

2.2.4 馈线

采用空气绝缘皱纹导体射频同轴电缆 SDY-50-22;标称特性阻抗为 50 Ω ;相对传播速度为 93%;电容量为 71 nF/km;最高工作频率为 3 GHz;峰值功率额定值为 73 kW;直流电阻:内导体为 0.77 Ω /km;直流电阻:外导体为 0.60 Ω /km;直流击穿电压为 6 kV;感抗为 0.18 mH/km。

2.3 设备配置

县局(基站):直径 2.4 m 栅格天线 1 面,馈线(SDY-50-15-3)68 m。SKYPLEX I 扩频收发信机 1 台,设定 1 波道,PN-3 码,DV-MUX 复用器 1 台(话音接口是 FXS 及 FXO,数据接口为 RS232),

STM-2 统计多路复用器 1 台。

大山变电站:直径 2.4 m 栅格天线 1 面,直径 4 m 栅格天线 1 面,馈线(SDY-50-15-3)55 m,馈线(SD-50-22)30 m,SKYPLEX I 扩频收发信机 2 台,分别设定在 1 波道及 15 波道,同步电缆(RJ-48)0.6 m,RS232 数据电缆 0.6 m。

桃花山无源站:直径 4.5 m 栅格天线 2 面,馈线(SDY-50-22(7/8))4.50 m。寺头变电站:直径 4 m 栅格天线 1 面,SKYPLEX I 扩频收发信机 1 台,设置在 15 波道 PN-1 码。DV-MUX 复用器 1 台(话音接口为 FXS,FXS 数据接口为 RX232),STM-2 统计多路复用器 1 台。

所有通信设备总投资(不计安装费用)30 万元。

3 无线扩频设备的安装、调试

寺头变电站在主控室楼顶上建 6 m 铁塔,天线挂高 5 m,扩频电台、复用器设在主控室内。在桃花山上建 8 m 铁塔,天线挂高 6 m,天线之间用 1 m 高频馈线连接。在大山变电站原 80 m 铁塔的 20 m 和 70 m 处分别安装直径 4 m 和 2.4 m 天线各 1 面,分别对应桃花山无源中继站和县局基站,扩频电台、复用器设在大山变电站主控室内。在县局原 80 m 铁塔的 50 m 处安装直径 2.4 m 天线 1 面,扩频电台、复用器设在远动机房。

无线扩频通道的调试分为 4 步:①调试寺头变电站至桃花山无源中继站 6 km 段,信号增益为 27 dB;②调试桃花山无源中继站至大山有源中继站 9.35 km 段,信号增益为 28 dB;③调试大山有源中继站至县局基站 12.5 km 段,信号增益为 30 dB;④分段调试结束后,最后进行寺头变电站至县局基站全程调试,信号增益为 25 dB。至此,无线扩频信道开通,实现“两数两话”通道。

4 经验体会

无线扩频通信网的建设工程较为复杂,外围的保护工作一定要做好。

在天线的安装中,一定要注意对天线馈元的保护,对直径较大的天线,要另加 1 个~3 个支撑杆,以保持天线的稳定。

馈线一定要妥善接地。我们采用双层铜线网作为接地材料,每隔 20 m 接地一次,实践证明,此办法相当有效。

因扩频设备尤其是天线等位置较高,易遭雷击,我们主要采取了 2 项措施:①设备所在地的铁塔采用环形接地网,接地电阻在 4 Ω 以下;②采用进口避雷器,对主要设备进行避雷保护。

我们在变电站及有源中继站采用 500 VA 的 UPS 电源供电,局基站采用 3 kVA 的 UPS 电源供

电,以防止停电或电压过高、过低造成设备损伤。

5 结语

寺头变电站无线扩频通信通道开通已 3 年有余,历经多次雷雨大风,通道一直运行正常,误码率小于 10^{-10} ,保证了该站“四遥”的准确率,并实现了

无人值班。特别是无源中继站的建立,为在人迹罕至、无电源的地方建立信号中继站提供了宝贵经验。

衣明钦,男,工程师,长期从事过电网调度自动化工作。

冯安胜,男,助理工程师,从事电网调度自动化工作。

THE APPLICATION OF SPREAD SPECTRUM RADIO COMMUNICATION TO SCADA SYSTEMS AT MOUNTAIN AREA

Yi Mingqin, Feng Ansheng (Linqu Power Supply Bureau, Linqu 262600, China)

Keywords: radio communication; spread spectrum; SCADA