

数据通信简介

荣新华

业余电台通信模式（Mode）可以划分称为五大类，分别是无线电报（CW）、无线电话（AM、FM、SSB）、无线电传打字（RTTY、AMTOR）、数字通信（PACKET、PACTOR、CLOVER、G-TOR）和图像通信（SSTV、ATV、FAX）。所谓业余电台的通信模式，可理解为任何用于双向通信的对等或兼容的调制解调技术。打个比方，美元和人民币都可以用来买东西，两者虽然不是直接通用的，但是都是支付方式。我们已经对无线电报和无线电话有了较多的介绍，在从本文开始的三篇文章中，我们分别介绍数据通信简介、数据通信应用以及图像通信。

CW 是最原始的数据通信

CW 是目前仍在使用的最古老的通信方式。它发射的信号是断续的载波，或者称为用手键或自动键开关键控（On Off Keying）的载波。它用点划的组合来代表 26 个英文字母、10 个数字以及常用的标点符号，所有这些点划的组合我们称为莫尔斯电码（Morse Code）。点划的组合构成字符，字符组成词，词组成句子，句子就有了很强的表意能力。举例如下：

含义：这里是 BD6CR，呼叫所有电台，请回答。

电报：CQ DE BD6CR K

电码：

— · — · — — · — — .. · — ... — .. — — · — · · — · — · — · —

莫尔斯电码表可在本系列文章主页 <http://www.qsl.net/bd6cr> 找到。电报通信速度比较慢，因此一般广泛采用英语缩语和 Q 简语。

无线电传打字

无线电传打字（RTTY）使用开关键控或频移键控（FSK）的调制方式，用 5 比特的 Baudot 码或者 7 比特的 ASCII 码传输信息，没有纠错功能。

无线电传打字的基本设备由计算机、通信处理器和 FSK 或者 SSB 收发信机组成。操作员在计算机上输入字符串，终端程序通过串行口将字符串送给通信处理器，通信处理器将字符串变换为 FSK 收发信机的 Mark 和 Space 控制信号或者变换为 SSB 收发信机的相应的两个音频信号，用于发射。在接收端，接收机的音频通过通信处理器变换成为字符串，通过串行口传给终端程序进行显示。

由于传输过程的衰落、各种噪声的影响，普通无线电传打字的误码率是比较高的。爱好者们提出了一种称为 AMTOR 的改进方式，这种方式使用计算机处理器维持一个基本没有误码的通信链路。发送端每次发送一小段数据（数据用一种特殊的“7 位恒比码”编码，即组成每个字符的 7 位编码中包含四个“0”和三个“1”），接收方检查每个字符的“0”和“1”的比率是否是 4:3，如都是则显示出来，并向发送方确认，如不都是则请求发送方重发。

分包通信

分包通信或者称为分组通信（Packet Radio）是一种无误码、完全使用 ASCII 码并支持二进制数据传输的模式。之所以称为“分包”，是因为数据不是以整个字符串一起传输的，而是分为几个小数据包进行传输。每个包中，除了数据外，还有一些用于寻路和数据组装的内容，至少会有发送方的业余电台呼号，接收方的业余电台呼号等。

当两个分包通信电台开始交换数据，称为处于连接状态。发送方发送一个数据包，并在一段时间内等待接收方的应答。如果接收方收到这个包并检查无误，则向发送方给出正确应答，否则把包丢弃。对于发送方来说，只要在一段时间内没有收到接收方的正确应答，它就再次发送此包，直到达到最大重试次数为止。分包通信电台在大多数情况是直接通信的，但是如果两者距离较远，可以用中间节点或者数字中继台（Digipeater）进行多跳转发。目前一种称为 Ad Hoc（自组织）网络的研究正逐渐受到学术界的重视，这种网络在军事和紧急救灾等情况下有重要的用途，其路由算法的基本思想就来自于分包通信的多跳转发的机制。

所有分包通信电台之所以能够互相通信，这是因为它们都“说同一种语言”，即运行同样的协议——AX.25 协议。AX.25 协议是根据商用分组网络的 X.25 协议改造而成的。

业余无线分包通信已经有较长的历史，可以追溯到上世纪八十年代初期，开始于加拿大。最初，整套设备由终端节点控制器（TNC）和字符终端构成，TNC 内部一般由一个调制解调器（MODEM）模块和一个微控制器（如 Z80 等）构成。TNC 比较昂贵，并非所有的业余电台都有能力购买。随着 PC 机逐渐进入家庭，PC 机的性能飞速提高，在九十年代，由于市场上可以方便找到一种 TI 公司生产的 MODEM 集成电路 TCM3105，国外兴起了自制冷价的分包通信 MODEM 的热潮，MODEM 配合 TNC 模拟软件就可替代 TNC 的功能。当时比较著名的是由德国的爱好者 DL8MBT/DG3RBU 等组成的一个叫 Baycom 的开发小组，他们开发的串行 1200bps 的 Packet Modem 就是基于 TCM3105，他们的 TNC 模拟软件包也叫 Baycom，软件使用了特殊的串行口应用方案，在当时 PC/AT 和 PC/XT 时代非常流行。另外的一种叫“穷人的分包通信”的 TNC 模拟软件和硬件在美国也比较流行。这种方案在硬件上和 Baycom 基本类似，但是使用了并行口作为接口，因此可以省略 TTL-RS232 电平变换电路，软件叫 PMP（Poor Man's Packet），后来另外一位爱好者写了一个更好用的软件 EzPacket。随着计算机技术的进一步发展，爱好者们探索了用 MCU、DSP、FPGA 等制作 Packet Modem。利用声卡上的 DSP 芯片来完成调制解调使得 Packet Radio 除了 PC 外无需附加的硬件，而且 PC 声卡和收发信机之间的连线也极其简单，著名的软件叫 PC/Flexnet，由德国爱好者 Gunter Jost/ DK7WJ 等组成的开发小组开发，这个软件起先只工作于纯 DOS 下（也就是说，不能工作于 386 虚模式下），后来又有了 Win95 下的版本，并扩充了对 TCP/IP 的支持。最近，另外一个称为 AGWPE 的声卡分包通信软件更为流行。有一些爱好者编写了 Linux 操作系统下的软件，并写了详细的文档，Linux 爱好者们一定对 HAM-HOWTO 和 AX25-HOWTO 这两个 HOWTO 文档有所了解，阅读这些文档就可以掌握 Linux 下使用分包通信。

在 28MHz 波段以下的短波段，分包通信的速率是 300bps。由于短波通信的信号不稳定以及噪音的问题，实际上很少能真正将分包通信用起来。在 28MHz 以上的 VHF 和 UHF 波段，分包通信就比较活跃，常用速率是 1200bps 和 9600bps。

分包通信不仅支持一般的键盘聊天，还可以传送文件，上 Packet BBS，发送 Packet E-mail 等。

笔者曾经制作过一个中文的分包通信主页，列出了一些资料、文章和有用连接，由于很久没有维护，仅供有兴趣的爱好者参考。主页地址是 <http://mail.ustc.edu.cn/~rong/pr/>。

PSK31

PSK31 是一种基于 RTTY 的新模式。PSK 指这个模式使用相移键控（包括 BPSK 和 QPSK），31 来自这个模式 31.25 的波特率。设计者认为，业余电台通信主要方式是双方或多方的实时交流，而不是数据的传输，因此，减小通信延迟是最关键的，而允许少许误码的存在。由于使用先进的编码和解码技术，在信噪比很差的情况下能较好接收，因而较适合 QRP 电台使用。

PSK31 对电台设备的功率要求不高，但是由于它的带宽很小，对电台的频率稳定性和频率步进要求比较高。除了电台设备和天线外，最简单的 PSK31 设备只需要带声卡的 PC 机和相应的 PSK31 通信软件。PSK31 的官方网站 <http://www.aintel.bi.edu.es/psk31.html> 上提供了多种平台（DOS、WINDOWS、LINUX、MACINTOSH）下的软件供下载。

美国的 QRP 套件公司 Small Wonder Labs 甚至提供专用 PSK31 QRP 收发信机成品和套件，套件提供声卡和串口两种接口，发射功率只有 3W。图 1 就是使用该机的通信情况。

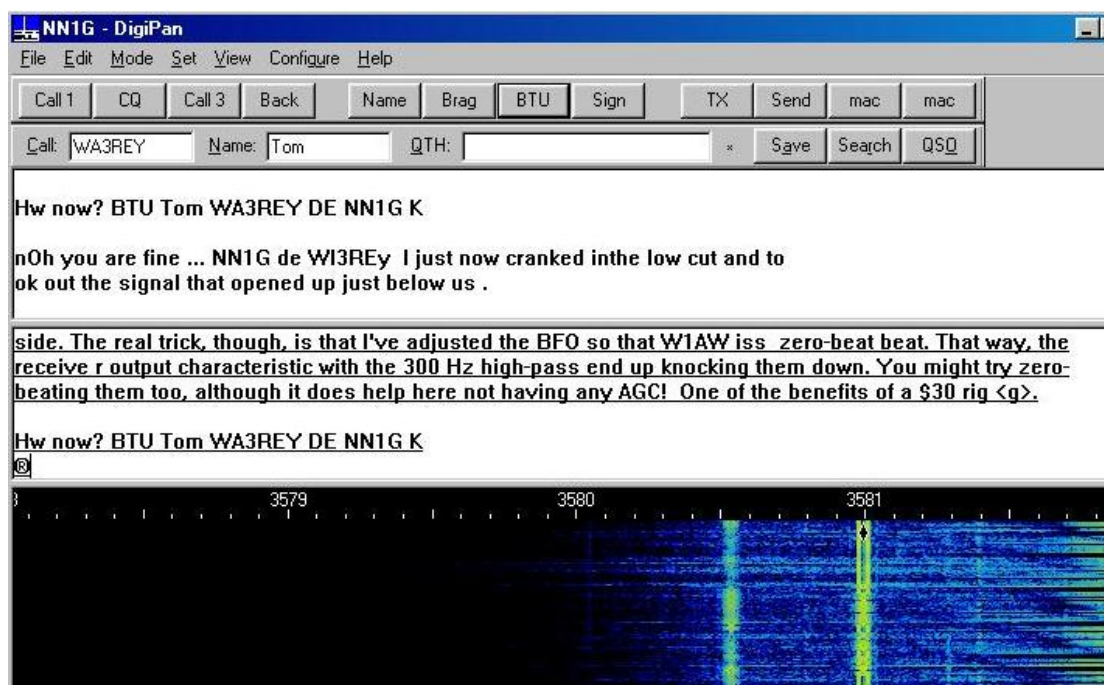


图 1 NN1G 使用 DIGIPAN 软件配合 PSK 系列 PSK31 QRP 专用电台的通信

PSK31 的常用频率（单位：kHz）是 1838.150、3580.150、7035.15（1 和 3 区）、7080.15（2 区）、10142.150、14070.150、18100.150、21080.150（21070.150）、24920.150、28120.150。

下篇介绍

我们在下篇文章中将要介绍分包通信的一个重要应用——APRS（自动位置报告系统），该系统是 GPS 系统和分包通信的结合，可以提供位置跟踪、气象服务等功能。作为起步，我们将详细介绍利用电脑和因特网参与到这个全球的 APRS 系统中去的方法。