

# 网络型数字电力线载波机的设计与实现

张智勇

深圳市业通达实业有限公司 深圳 518034



**摘要：**本文介绍了基于高压输电线路同时传输 IP 数据、常规业务（远动数据和调度电话）的 DT220L 网络型数字电力线载波机的产品性能、特点和应用，重点分析了通用协议转换器的技术特点、异步通道特性以及异步通道传送以太网物理层数据包的实现方法。

**关键词：**电力线载波、RS232、协议转换、以太网、同步数据

电力线载波通信历来就被作为电力专用通信系统的重要组成部分，为电网安全稳定运行提供调度电话和远动数据传输，通常其数据传输采用异步/同步 RS232 接口、模拟 4 线(MODEM)接口。随着电力工业的快速发展，基于 TCP/IP 接口的不同种类的 IDE 终端在变电站的应用越来越多，变电站的数据传输业务已逐步向多样化演变，除了常规远动数据业务的传输外，对 IP 数据传输的需求开始逐步增加。如变电站远程 OA 系统接入、电能计量传输、远程结算系统接入、变电站安防监控数据传输、变电站 IE 访问等。电力线载波通信作为一种电力系统长期使用的专用通信方式，满足变电站的数据传输业务多样化发展的需求是必要的。

## 1、DT220L 网络型数字载波机的产品性能、特点和应用

DT220L 网络型数字载波机实现了 IP 数据和常规业务(远动数据和调度电话)的同时传输。该产品能够将本地(局端)以太网延伸到几十甚至几百公里以外的变电站，实现完善的 TCP/IP 接入，包括通用协议转换器支持的 IDE 终端接入、通用协议转换器不支持的办公自动化(OA) 数据共享、文件传输、数据库管理、实时文字聊天、浏览访问互联网等。

### 1.1、产品主要性能

传输容量：以太网接口 1~4 路、调度电话 1 路、远动数据 1 路

以太网接口：自适应 10BaseT/100BaseT

有效传输速率 4.8Kbps~38.4Kbps

远动数据：传输速率为 0.3~19.2Kbps

电话接口：FXS/FXO、PBX、热线电话

载波频率范围：40kHz ~ 500kHz

标称载波频带：4kHz

兼容模拟和数字电力线载波机

## 1.2、产品主要特点

IP 数据、远动数据和调度电话同时传输

实现 TCP/IP 接口的不同种类的 IDE 终端的接入

实现通用协议转换器不能完成的功能，如办公自动化（OA）、数据共享、文件传输、数据库管理、实时文字聊天、浏览访问互联网等

兼容模拟和数字电力线载波机

## 1.3、产品主要应用

局端局域网和变电站局域网之间的互联互通

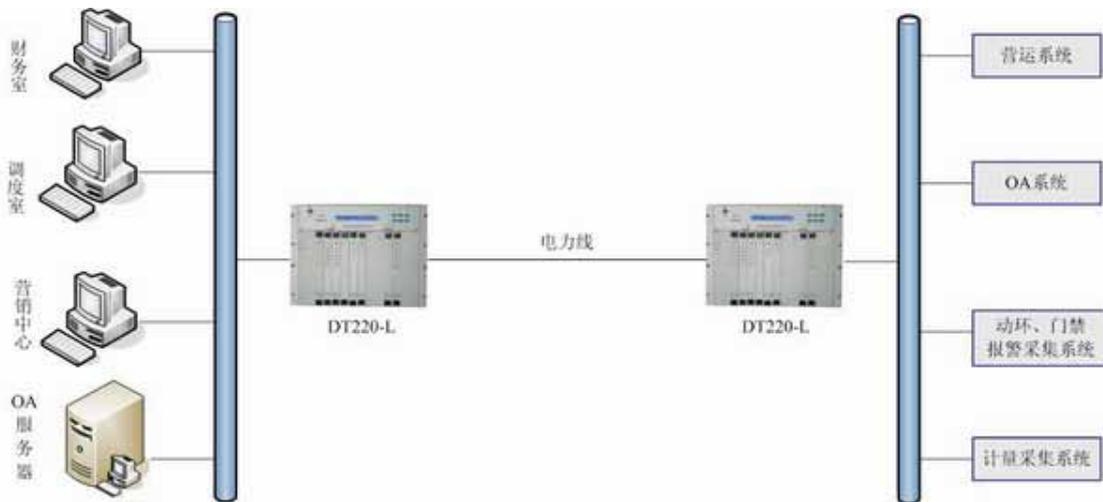
变电站远程 OA 系统接入

变电站电能计量传输

营业所远程结算系统接入

变电站安防监控数据传输

变电站 IE 访问



## 2、数字电力线载波机传输 IP 数据的关键技术

数字电力线载波机要同时传输 IP 数据、调度电话和远动数据，一般采用的系统架构是 MQAM + TDM+TCP/IP。MQAM 实现 PHY(Physical layer)的所有功能（包括 PLC 必需的 AFE、QAM、AGC、EQ、EC 等），在 40 ~ 500KHz 载波频带内的任一个 4KHz 宽带内实现 9.6 ~ 39.6Kbps 的串行数据码流传输。TDM 完

成一路电话、二路数据的复用和解复用，二路数据中的一路用于传输远动数据，一路用于传输 IP 数据。因此，数字电力线载波机传输 IP 数据的关键技术在于利用异步数据通道传送同步数据和以太网 IP 数据。

## 2.1 通用 IP 协议转换器的技术特点和实现方式

### 2.1.1 通用协议转换器技术特点：

专用芯片封装物理层数据，有标准的帧头和帧尾（HDLC 协议）。

数据传输采用同步方式，在时间上每帧数据连续无间隔。

传送速度高，由网桥芯片缓存匹配速度。

要求传输通道时延尽量小

### 2.1.2 通用 IP 协议转换器的实现方式

通常的协议转换器的码率都在 64kbps 以上，因此在数据的封装、成帧、缓存易通过 HDLC 协议实现，而业界实现这一技术的方法，普遍都是采用物理芯片+网桥+大容量的 SDRAM 架构，输出的数据被重新组帧为 HDLC 帧格式的串行数据码流，用同步方式传送，在远端接收处解帧恢复净荷。这种方法简单，但成本高，不适用于异步方式进行数据传输。由于通用协议转换器都是通过同步方式进行数据传送，串行数据的封装过程由专用的网桥芯片完成，从时间关系上看，每帧数据是连续的，帧头帧尾有明确的标识，因此在接收方很容易不加开销（实际上封帧过程中已经加了很多开销）就能够实现解帧转换。

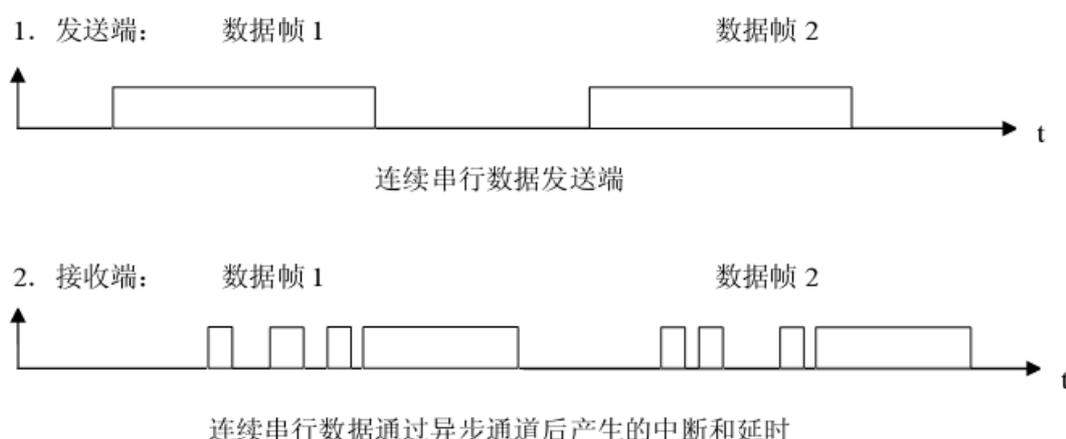
### 2.1.3 通用 IP 协议转换器不能用于异步通道传输 IP 数据

异步数据流具有突发性和延时时长不确定性的特点，成帧方式的同步数据包是不能直接在这样的通道上传输的。特别是通过较为复杂的统计复用系统或其它设备后，连续的数据流可能临时被中断，而且被中断的次数、时间长度都有很大的随机性。电力载波机的复接系统就是这样的一个典型例子，因此，采用通用 IP 协议转换器难以实现异步通道传输以太网数据。

## 2.2 数字电力线载波机传输 IP 数据的技术难点

数字电力线载波机采用 TDM 实现多路语音通道和数据通道的传输，其提供的异步数据通道具有突发性和延时不确定性的特点，其连续串行数据中断和延时的时间变化范围高达 15 到 180 毫秒。通过这样的系统，发送端连续的异步数据流到达接收端后，数据字节之间的时间关系不确定。下图表示了数据流在发送

和接收的过程中引起的中断和延时情况。



因此、要想在这样的异步通道上传输同步数据，必须对数据按照特殊方式进行再次打包，通过再次封装的数据包在接收端就能容易被恢复出来。数字电力线载波机传输 IP 数据必须较好解决以下问题：

允许通道延时 15 ~ 180 ms

允许接收数据的非连续

采用流控技术匹配速度



### 2.3 数字电力线载波机传输 IP 数据的关键技术

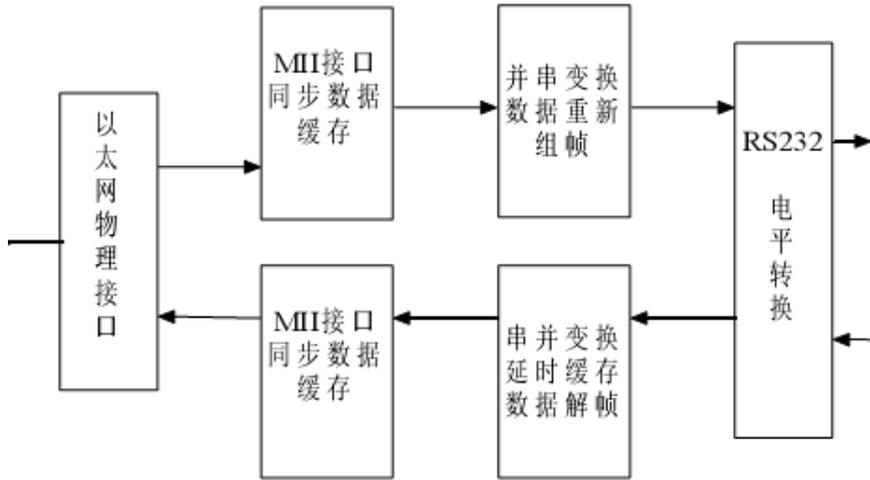
100M/10M 高速以太网接口和低速的同步数据的速度匹配技术。

异步数据和同步数据的统计转换技术。

### 3、数字电力线载波机传输 IP 数据的实现方法

DT220L 网络型数字载波机采用与通常方法不同的一种低成本的存储缓存方式，充分利用物理芯片（IP175）的内部流控功能和芯片内部高达 24Kbytes 的缓存功能。在数据发送的时候，对物理层数据按照特殊的方法重新封装。芯片内部数据缓存到达一定程度后，流控功能自动调整其收发数据的速度和数据包间隔，从而同时对高速的以太网侧和低速异步数据传输侧进行自动适应和匹配。

#### 3.1 原理框图



### 3.2 数据包重新封装过程



图 1 连续串行数据发送端



图 2 连续串行数据通过异步通道后产生的中断和延时

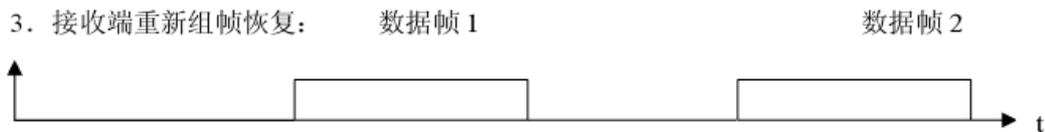


图 3 对延时和中断的数据重新组帧恢复

其中图 1 是将来自以太网的同步数据组帧，并转换为连续的异步数据帧，根据以太网络物理层数据的特点，在其数据帧的头和尾部增加了标识，便于数据恢复时找到起始点和终点。

从图 2 可以看出，当连续的数据帧通过异步通道后，已经被延时，并且被分割。从时间特性上看，随机性较大。

图 3 则是对延时后的接收数据（图 2 所示的断续数据流）进行接收缓存，采用该方法抵消由于延时所产生的时间上的断裂。由于数据在发送时，对数据的头进行了处理，加上了头尾标识，所以在接收端容易在一系列有时间间隔的数据

中恢复出按照时间关系连续存放的数据包，并用新的时间间隔将数据分开，同时去掉数据的首尾标识，把数据净荷转发给 IP175。

#### 4、结束语

DT220L 网络型数字载波机的问世和应用，填补了异步数据通道和电力线载波通道传送以太网数据这一类产品的空白，该技术在电力网等特殊领域内有较好的使用价值。

#### 参考资料

- 1、IP 协议详解
- 2、IP175 Datasheet
- 3、宏晶 STC 单片机用户手册
- 4、DT 系列全数字电力线载波机技术说明书以及相关标准

作者：张智勇（1964 - ），男，高工，长期从事通信产品的研制工作。