



第三章 电力线载波通信

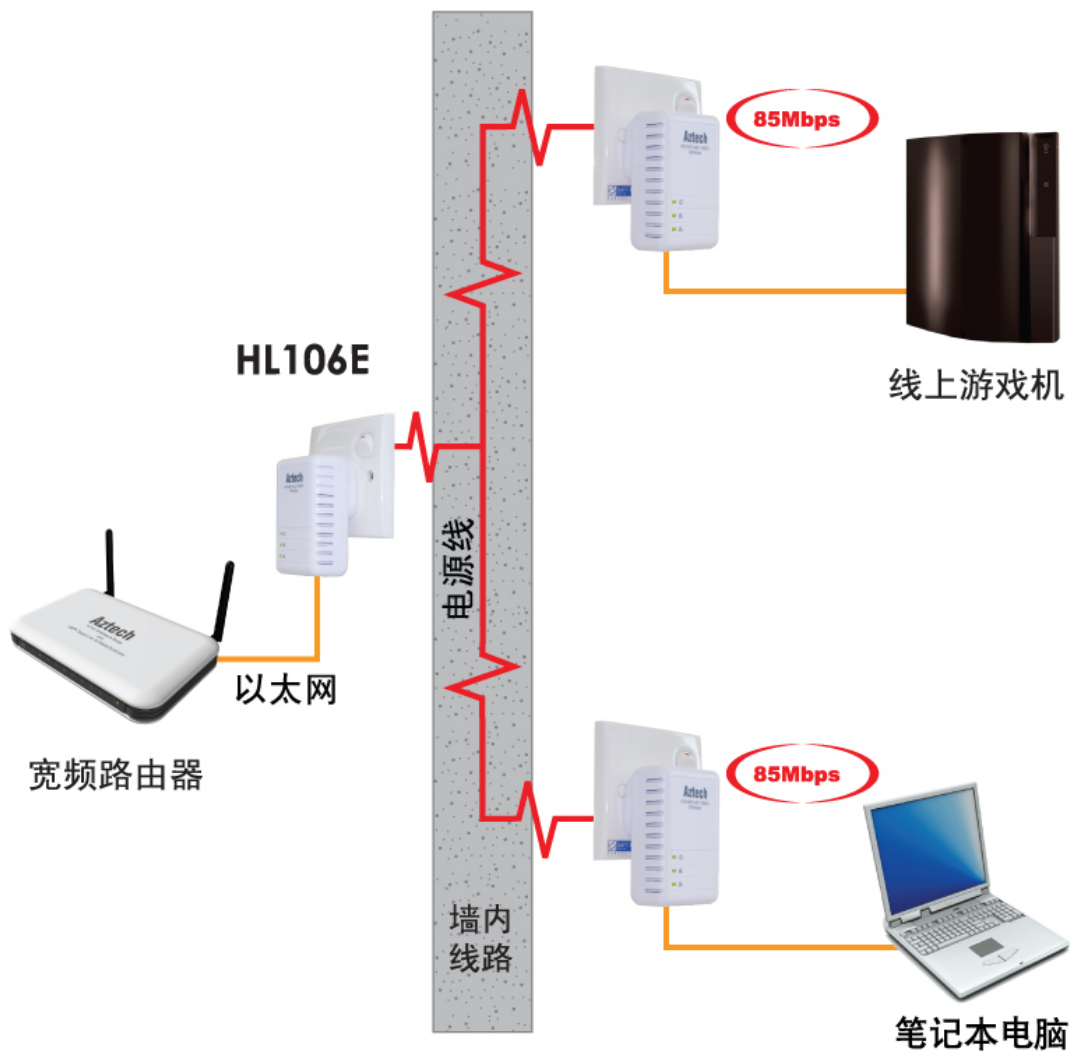
(Power Line Carrier-PLC)

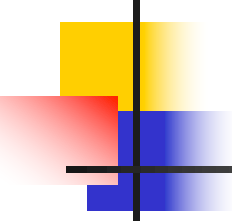
- 概述
- 电力线载波通信系统
- 数字电力线载波机
- 电力线载波通信新技术



第一节 概述

- 电力线载波通信(也称PLC-Power Line Carrier)
-----利用高压输电线作为传输通路的载波通信方式。
- 用于电力系统的调度通信、远动、保护、生产指挥、行政业务通信及各种信息传输。
- 电力线路是为输送50Hz强电设计的，线路衰减小，机械强度高，传输可靠。
- 电力线载波通信是电力系统特有的通信方式。
- 电力线载波通信复用电力线路进行通信不需要通信线路建设的基建投资和日常维护费用，在电力系统中占有重要地位。



- 
- “电力猫”即“电力调制解调器”、电力线以太网信号传输适配器，简称“电力猫”。利用电线传送高频信号，把载有信息的高频信号加载于电流上，然后用电线传输，接收信息的调制解调器再把高频信号从电流中“分解”出来，并传送到计算机或电话上，从而在不需重新布线的基础上实现上网、打电话和收看IPTV、使用视频监控设备等多种应用。
 - 电力猫需配对使用，只需将一只电力猫插在用户的电脑上，另一只插入家中任何一个电源插座，就可以实现数据传输。



安全性

- 用户 **只能在同一电表范围内** 实现“电力线”上网，“电力线”上传输的数据信号无法越过电表，所以对于以家庭为单位的用户来说，数据安全完全可以保证。
- 电表过滤掉了电力线载波通道的工作频率（默认是**2-28MHz**），导致数据信息无法传递，致使电力线适配器无法跨电表使用。

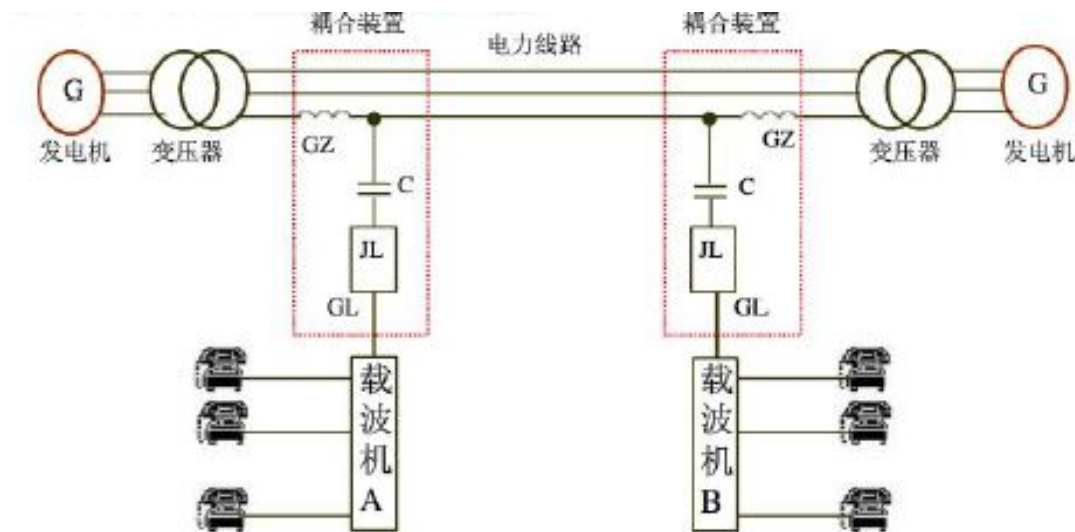


稳定性

- “距离”和“家电”是影响“电力线”性能的主要因素。
 -
- 滤波产品。无论是电表、还是滤波插座，均会导致电力猫无法正常使用。
- 电源适配器。无论是哪种电器的电源适配器，在其使用过程中均会对电力猫的性能产生影响。
- 充电器。充电器在工作时产生的电磁波会严重影响电力猫的实际性能，因此用户需注意远离其使用。
- 家电产生的电磁波会对“电力线”通信产生一定干扰。

一、电力线载波通信的特点

1. 独特的耦合设备



载波信号和工频电流的各自传输和分离



一、电力线载波通信的特点（续）

2. 线路频谱安排的特殊性

电力线载波通信能使用的频谱由三个因素决定：

（1）电力线路本身的高频特性（**500KHz**）。

（2）避免**50Hz**工频的干扰。

（3）考虑载波信号的辐射对无线电广播及无线

电力线在发电厂和变电所内均按相同电压等级连接在同一母线上。同一电厂、变电所中不同电压等级的电力线均处于同一高压区，并由电力变压器将其互相耦合。这样，在一条电力线上开设电力线载波通信时，其信号虽被耦合设备阻塞，仍会程度不等地串扰到同一母线的其他相电力线上去。由于同一母线的不同相电力线间跨越衰耗不大，致使每条电力线上开设载波的频谱不能重复，而只能在 $40\sim 500\text{kHz}$ 频带内合理安排。此外，在同一电力系统中，电力线是相互连接的，若想重复使用频谱，至少需相隔两段电力线路。由于这些原因，同母线上各条电力线所能共同利用的频谱，实际上比 $40\sim 500\text{kHz}$ 还要窄。



一、电力线载波通信的特点（续）

线路存在强大的电磁干扰

- 由于电力线路上存在强大的电晕等干扰噪声，要求电力线载波设备具有较高的发射功率，以获得必需的输出信噪比。
- 另外，由于50Hz基波和低次谐波的强烈干扰，使得0.3-3.4KHz的话音信号不能直接在电力线上传输，只能将信号频谱搬移到40KHz以上，进行载波通信。

第二节 电力线载波通信系统

一、电力线载波通信系统构成

主要由**电力线载波机**、**电力线路**和**耦合设备**构成，如图3-1。其中耦合装置（又称结合设备）包括线路阻波器**GZ**、耦合电容器**C**、结合滤波器**JL**和**高频电缆HFC**。作用：提供高频信号通路，电力线高频通道，**工频通道**。

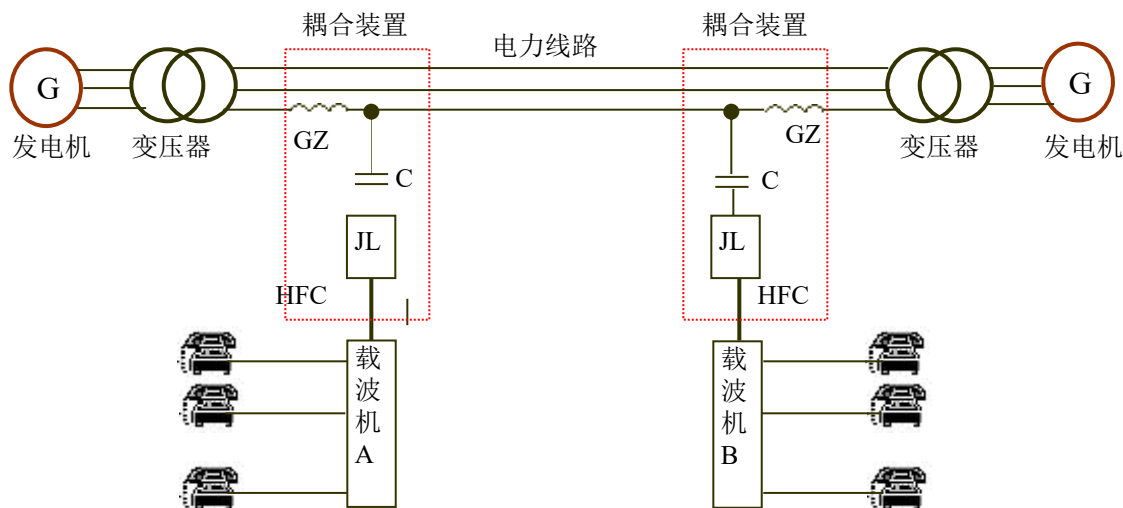


图3-1



各构成部分的作用

- 电力载波机：核心功能主要实现调制和解调，完成频率搬移，载波机性能好坏直接影响电力线载波通信系统的质量。
- 耦合电容C和结合滤波器JL组成：高频带通滤波器，其作用：通过高频载波信号；
阻止电力线上的工频高压和工频电流进入载波设备，确保人身、设备安全。



各构成部分的作用（续）

- 线路阻波器**GZ**：串接在电力线路和母线之间，是对电力系统一次设备的“加工”，故又称“加工设备”。
作用：**通过电力电流、阻止高频载波信号**；
减小变电站和分支线路对高频信号的介入损耗及同一母线不同电力线路上高频通道。
- 输电线：既传输电能又传输高频信号。

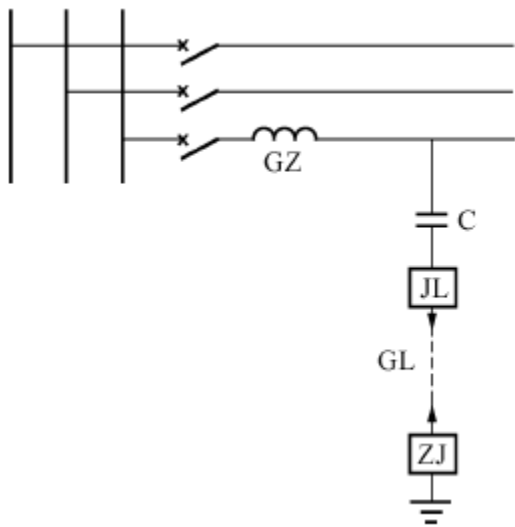


二、电力线载波机

(一) 电力线载波机的特点

- (1) 电力线上噪声电平很高，为保证接收端信噪比符合要求，载波机发送功率较大(约为**1—100w**)。
- (2) 为集中利用发送功率，一台载波机的路数较少，一般为单路机。
- (3) 电力线上载波信号的传输衰减受电力系统运行方式及自然状况的影响，接收机应具有较好的自动电平调节系统，在接收信号电平变化较大的情况下，仍使音频输出电平变动很小。
- (4) 主要用来传送电力调度及安全运行所需的电话、远动、远方保护信号。可以复合传送这些信号的，称为复用机，而专门传送其中一种信号的，称为专用机。

2. 耦合方式



目前电力线载波的耦合方式有三种：

相—地耦合、相—相耦合和相—地、相—相混合耦合方式。

(1) **相—地耦合方式**：载波设备连接在一根相导线和大地之间。

特点：只需一个耦合电容器和一个阻波器，设备使用经济，因而得到了广泛应用。

不足：衰减比相—相耦合方式大，在相导线发生接地故障时高频衰减增加很多。

(2) 相—相耦合方式

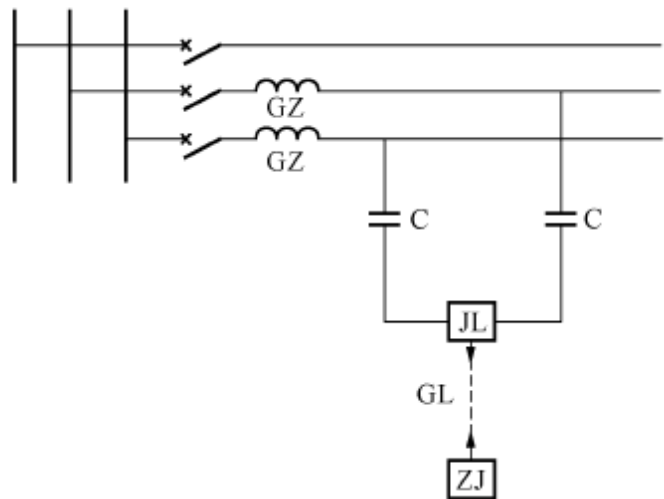


图3-5

相—相耦合方式：需要两个耦合电容器和两个阻波器，如图3-5 所示：

特点：

- 耦合设备费用约为相—地耦合方式的两到三倍；
- **高频衰减小**，而且当电力线路故障时，由于**80%**的故障属于单相故障，所以具有较高的安全性；
- 目前国内外在一些可靠性要求较高的电力线高频通道中已采用了相—相耦合方式。



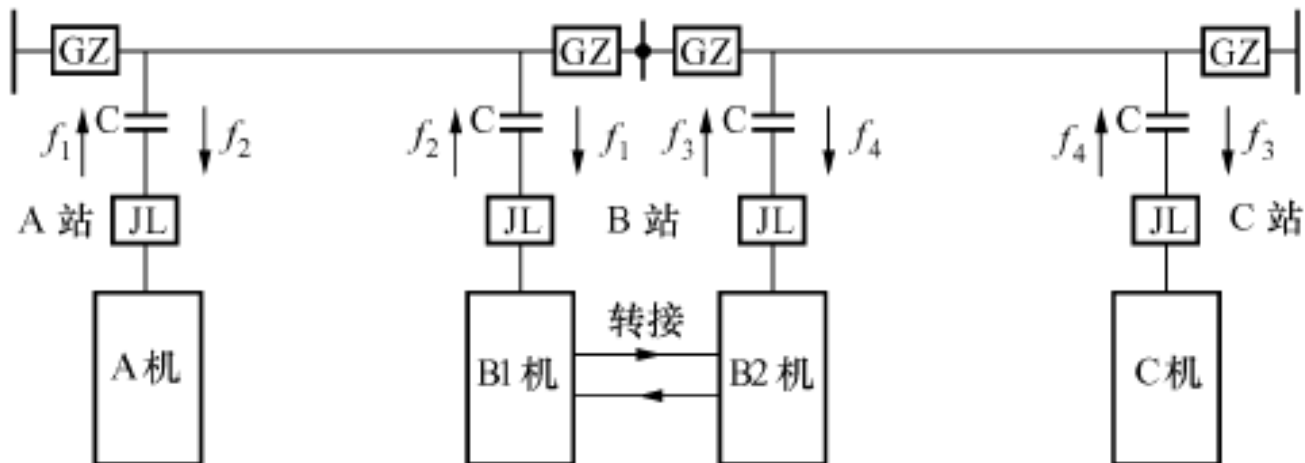
四、电力线载波通信方式与转接方式

（一）电力线载波通信方式

- 电力线载波通信的方式主要由电网结构、调度关系和话务量多少等因素决定。
- 定频通信方式
- 中央通信方式
- 变频通信方式
- 目前我国主要采用定频通信方式和中央通信方式两种。

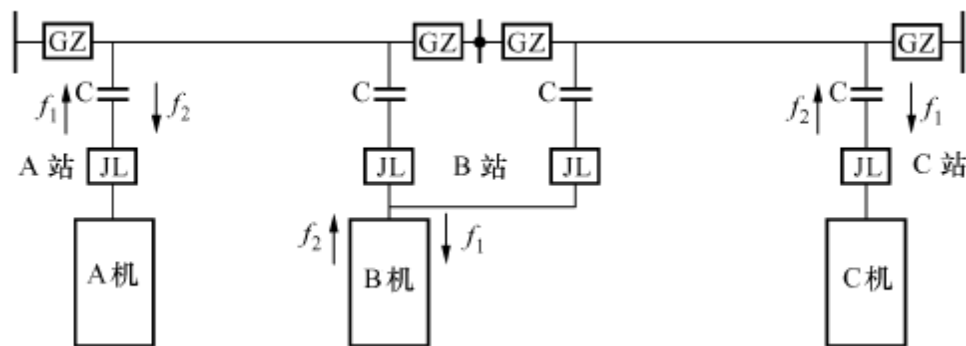
1. 定频通信方式

- 载波机收发频率固定不变。
- A-f₁-B1—转接—B2-f₃-C
- 应用最普遍。一对一的定频通信方式又是定点通信，各站互相同同时通信，传输稳定，电路工作比较可靠。
- 占用频带较多，接通用户时间长。



2. 中央通信方式

- A站----中央站，发 f_1 ,收 f_2
- B、C两站---外围站，发 f_2 ,收 f_1
- 更多站间通信可只使用一对频率，节约了载波频谱也节约了设备数量(每站只需一个载波机)。
- 但这种方式只限一对N外围站。外围站之间不能通话。
- 只宜在通话量少的简单通信网中使用，如集中控制站对无人值守变电所的通信。



3变频通信方式

- 为克服中央通信方式的不足，使各站间都能通话，仍只使用一对频率，可以采用变频通信方式
- 平时A、B、C三机不发信号，发送频率都为 f_2 ，接收频率为 f_1 。
- 任一站发信号时，将发送改为 f_1 ，接收改为 f_2 ，其他站频率仍不改变
- 发送接收频率需要改变，载波机结构复杂，各站间传输衰减变化较大，使用受到局限。

