

# 最后一公里挑战

中国铁通集团有限公司海南分公司接入试验中心 潘海勇 黄 勇

内容提要:

近年来,互联网技术和构架在宽带技术上的综合业务的发展十分迅速,宽带化趋势日趋明显。采用何种更经济快捷的通信方式,使用户终端连接到最近的宽带网络设备,成为长期困扰服务提供商的一个难点,也是普及互联网接入的瓶颈之一,即我们常称的“最后一公里”。本文主要从电力线通信的角度,探讨了该技术应对最后一公里难题的优势、不足及应用前景。

关键词: 最后一公里、电力线上网、优势、前景

## 一、最后一公里

从中国乃至周边国家可以看到,宽带化的趋势已经非常明显,目前中国的宽带发展已经进入了一个高速的发展期,市场空间可观。随着数据业务在电信总业务中的比例不断扩大,现有的有线接入系统已无法满足未来宽带业务快速发展的需求。

随着电信市场的不断开放,新的运营商不断加入,形成了多方竞争的局面。但国内新兴电信运营商大都缺乏用于开展宽带业务的有线网络资源。据统计,目前接入网的投入约占电信企业投入的 50%左右。因此,如何快速而低成本地向用户提供“最后一公里”的宽带接入成为迅速提高运营商竞争力、节约投资成本的有效途径和重要手段。

## 二、最后一公里的解决之道

### 1、ADSL

ADSL 是目前最成熟也是应用最广泛的宽带接入手段。ADSL 是英文 Asymmetrical Digital Subscriber Loop (非对称数字用户环路)的英文缩写,ADSL 技术利用现有的一对电话铜线,为用户提供上、下行非对称的传输速率,是运行在原有普通电话线上的一种新的高速宽带技术。非对称主要体现在上行速率(最高 640Kbps)和下行速率(最高 8Mbps)的非对称性上。上行(从用户到网络)为低速的传输,可达 640Kbps;下行(从网络到用户)为高速传输,可达 8Mbps。它最初主要是针对视频点播业务开发的,经过数年的快速发展,以 ADSL 技术为代表的 DSL 技术已成为“最后一公里”接入的首选方案,成为宽带接入市场的主流技术。

### 2、WLAN 无线宽带技术

无线局域网 WLAN 顾名思义是一种借助无线技术取代以往有线布线方式构成局域网的新手段,通过使用无线射频(RF)技术从空中收发数据,代替传统的有线连接,提供传统有线局域网的功能。它是计算机网络与无线通信技术相结合的产物。它具有高传输速率(2--54Mbit/s,甚至更高)的特点。利用射频无线电,借助直接序列扩频(DSSS)或跳频扩频(FHSS)、GMSK、OFDM 等技术,甚至将来的超宽带传输技术 UWB,实现固定、半移动及移动的网络终端对 INTERNET 网络进行较远距离的高速连接访问。

WLAN 收发信机采用专用于工业、科学和医药领域的 ISM 频段。它是由美国联邦通信委员会(FCC)分配的不必许可证的无线电频段。

1997 年 6 月,IEEE 推出了 802.11 标准,开创了 WLAN 先河;目前,WLAN 领域主要的技术标准是 IEEE802.11a、IEEE802.11b、IEEE802.11g 系列以及目前已经开始推广实用具

有更高速率更远传输距离的 wimax 标准。

无线宽带接入作为有线接入的重要补充，其优势也是明显的。首先，WLAN 技术以无线多址信道作为传输媒介，避免了开挖沟槽，铺设光纤电缆的麻烦，节省了大量建设费用，能够实现快速规划、快速建设和快速开展业务；其次，在有线网络中，网络设备的安放位置受网络信息点位置的限制。而无线局域网的通信范围，不受环境条件的限制，网络的传输范围大大拓宽；此外，无线局域网的抗干扰性强、网络保密性好。对于有线局域网中的诸多安全问题，在无线局域网中基本上也可以避免。

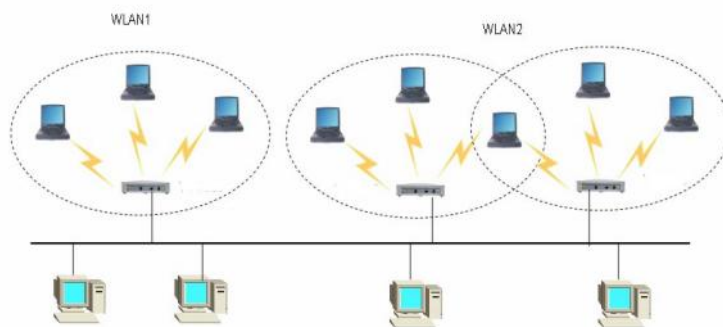


图 1 wlan 无线局域网

由此可以看出，宽带无线接入不仅作为电信公司有线接入的有益补充，更可以是降低接入网成本，提高新兴网络运营商竞争力的重要手段。

### 3、PLC 技术

PLC 技术，俗称“电力线上网”，英文为 Power Line Communication, 简称 PLC，主要是指利用电力线传输数据和语音信号的一种通信方式。

近几年国内外开展的利用低压电力线传输，其速率在 1Mb/s 以上的 PLC 技术，称为高速 PLC。电力线上网充分利用现有的配电网络基础设施，无需任何布线，节省了巨大的新增投资。因此也有人将 PLC 技术称为“*No New Wires*”技术。

我国目前拥有全世界长度排名第二的电力输电线路，全国的输配电网络的总长度加起来可绕地球近 8 圈，是国内最大的有线网络。从普及率上来讲，中国信息产业部的数字显示，去年，中国的互联网用户数量为 9400 万。今年，中国互联网用户数量可能增长 28%，达到 1.2 亿，而全国的用电用户早已超过 10 亿。如果我们能充分利用已经建立完善、遍布千家万户的电力网络，为用户提供数据、语音等业务，单从“最后一公里”的投入考虑，就节约了大量的资源。

#### 三、P L C 电力线通信的主要技术

PLC 利用 1.6M 到 30M 频带范围传输信号。在发送时，利用 GMSK 或 OFDM 调制技术将用户数据进行调制，然后在电力线上进行传输，在接收端，先经过滤波器将调制信号滤出，再经过解调，就可得到原通信信号。目前可达到的通信速率依具体设备不同在 4.5M~45M 之间。

和其他的通信设备分类方式类似，PLC 设备也有局端设备和用户端设备之分。

PLC 局端设备是应用于电力线通信的网络接入设备。它一端连接外部的以太网，另一端通过信号线把以太网信息桥接到用户电网。根据其功能的不同，局端设备通常分为电力网桥、电力交换机和电力路由器，目前应用较多的还是电力网桥，通常会有多个接口。一个或多个耦合接口用来从电力线上以非接触方式提取由用户端电力调制解调器发送的信号，同时

把数据信号加载到电力线上。另外有一个或多个以太网接口，用于和其他的网络设备相连，作为互联网的入口。电源接口只用来提供电源，并不传递数据信号（部分厂家设备支持从电源接口直接注入数据信号）。电力网桥本身没有数据交换的能力。电力交换机和普通以太网交换机的功能类似，但具有多个从电力线上收发信号的耦合接口，并且能根据数据链路层信息对来自不同耦合接口的数据进行交换。电力路由器的功能和普通的路由器类似，但具有多个从电力线上收发信号的耦合接口，并且能根据网络层信息对来自不同耦合接口的数据进行路由选择和交换。

调制解调器俗称“电力猫”，与传统 modem 相似，但结构不同。电力猫一般提供两个接口。一个是数据接口，直接和用户的计算机相接，接口的种类通常是以太网接口或者 USB 接口；另一个接口就是电源接口，在给电力调制解调器供电的同时还用来传输数据信息。

在通信时，来自用户的数据通过调制解调器调制后，通过用户的配电线路传输到局端设备，局端将信号解调出来，再转到外部的 Internet。该技术在不需要重新布线的基础上，在现有电线上可以实现数据、语音和视频等多业务的承载。终端用户只需要插上电源插头，就可以实现因特网接入，使用网络电话或者是可视电话。

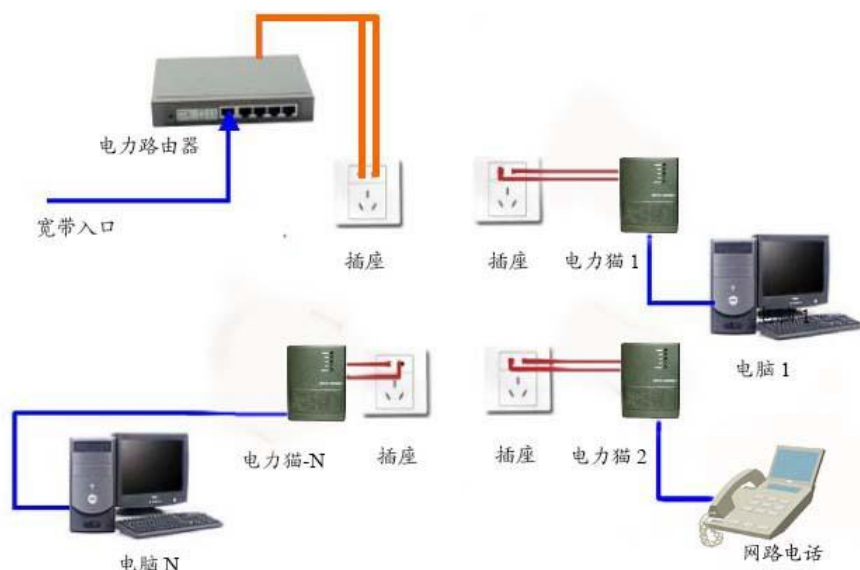


图 2 电力线通信的应用

正交频分多路复用技术（Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM 技术）

电力线上网采用多路复用技术，可以提高电力线网络传输质量。它是一种多载波调制技术。OFDM 把数字信息加载到多个载波上，多个载波同时使用，每个载波传递一路低速信息，在接受端对信息进行组合恢复。例如发送数据时要求的带宽为  $B$ ，同时使用  $N$  个载波，则每个载波的实际速率是  $1/N \cdot B$ 。这样，可以从多个载波中根据实际环境，选择通信质量最好的载波进行利用。即便是在配电网受到严重干扰的情况下，尽管某个载波可能受到影响，不能正常通信，但是仍有其他的载波可以利用，OFDM 仍可提供高带宽并且保证带宽传输效率。

#### 四、电力线通信的主要优势

作为一项新的宽带接入方式，电力线上网目前已经普遍受到关注，因为在应用中，电力

线上网和现有的光纤、有线电视、DSL 电信网络一样有效，而且由于几乎每家每户都有现成的电线，不需要重新铺设光纤光缆建设网络，所以用户布网成本很低。对比其他的接入技术，电力线上网主要有以下几种特点：

#### （1）投资成本低

目前，新型电信业务的快速发展导致了接入网传输容量需求的急剧增加。据统计通信市场有 50% 的投资用于接入网。开展接入网业务有两种方式：一种是建立新的网络，另一种是利用已有的线路资源。第一种方式可通过无线、新铺电缆或光纤等方法实现。新铺电缆或光纤需要重新布线，费时费力，成本较高。因此，利用现有线路资源是比较理想的解决方式。

现有线路资源主要有：电话线、有线电视网和电力线。电话线和有线电视网的接入线路资源归传统的运营商所拥有，相对于早已进入千家万户、无所不在的电力线而言，其覆盖范围要小得多。电力网规模之大，是其他任何网都不可比拟的。在每个家庭的每个房间，至少都有一个以上的电源插座，这对开展接入业务而言非常方便。而且由于不用考虑网络建设成本，直接入户，电力线在接入价格上极具竞争优势。可以认为电力线接入方式在实现电信普遍服务的过程中具有独特的优势。

#### （2）工程实施简单

就如上面所提到的，现在 220V 低压电力线已经接入每一个家庭中，充分利用现有的低压配电网络基础设施，无需任何室内布线，无需挖沟和穿墙打洞，避免了对建筑物和公用设施的破坏，大大加快了工程实施的进度。

普通家庭用户可在家庭任何一个电源插座上实现互联网接入，无需要重新添置其他设备，与通常只有一个接口的以太网或 ADSL 相比，更加方便。因此电力线上网技术也被认为是提供“最后一公里”解决方案最具竞争力的技术之一。

#### （3）传输速率高

目前的 PLC 可达到的通信速率依具体设备不同在 4.5M~45M 之间，能够承载语音、数据、图像等综合业务，完全满足普通家庭用户的上网需求。而且如果是具有多个 PLC 终端设备的家庭，可以快速的组建对等网络或局域网实现家庭内部联网，实现文件、打印机共享，游戏互联等功能。

#### （4）可以实现多种业务

同时支持多种应用。可以为用户提供价格低廉的高速因特网访问服务、宽带电话服务。值得一提的是，宽带电话是一个比较新的业务，在长话方面极具价格优势，使用户有了新的选择，有效的提高新兴电信运营商的竞争力。

### 五、存在的缺点

虽然 PLC 在技术上的优点有目共睹，但是其存在的一些问题也不能忽视。

首先，电力线通信的环境比电话线和有线电视网要恶劣得多。电压不稳定对于电力线上网有很大的障碍，用电负荷高峰期对电力通信的稳定性影响较大，通信速率也会产生波动。每到晚上家庭用电高峰期，电力线上网的速度就有可能比较慢一些。

通信质量的好坏与通信信道直接相关，很大程度上取决于接收端的噪音水平和不同频率信号的衰减。噪音越大，在接收端将越难提取出有用的信号；同样，如果信号从发送端到接收端的传输过程中发生衰减，在接收端，信号可能被淹没在噪音之中，也很难提取出有用的信号。与专用的通信线路相比，在电力线上进行数据传递存在很多额外的干扰因素，如各种家用电器的开、关，特别是变频空调、可调亮度的节能灯、吸尘器等设备的开关和使用，常常给供电线路注入较大的干扰信号，导致供电线路上信号传输时，信噪比极低，信号难以提

取。

同时,虽然随着技术的发展电力通信能达到 4.5-45M 甚至更高的带宽,但该技术还是共享带宽技术,用户上网时的速度,取决于当时会有多少用户上网。如果很多用户同时上网,传输速度相对就较慢。如果在晚上 8-10 家庭用户上网和用电的都是高峰期时段上网,这样综合两方面的因素,每个用户的联网速度就会受到较大的影响。

电力线通信产品组网应用中,还有一个不能忽视的跨电表和跨变压器问题。所谓跨电表,指的是两个高速电力线通信产品通信的线路上经过了电表。因为电表的种类很多,呈现的滤波特性也差别很大,有些电表对电力线通信几乎没有任何影响,有些电表则对电力线通信所用的频段衰减很大,跨过电表的通信信号几乎不能使用。为保证信号的传输质量,有时不得采用电力线局端设备的耦合线采用表前(电表靠近用户的一侧)直接注入的方式,这样又无疑增加了相应的工程量以及设备投资,电力线上网经济快捷的优势无法充分体现出来。所谓跨变压器,指的是两个高速电力线通信产品通信的线路上经过了变压器。目前成熟的高速电力线通信产品还只适用于低压电力线,不支持跨变压器通信。

## 六、挑战与机遇

虽然有诸多不足,但不可否认 PLC 是一项很有潜力的宽带网络接入技术。基于现有电力网络,以较低的投资就可以达到较大面积的宽带网络覆盖,这是 PLC 最突出的优点。对于接入网线路资源相对匮乏的新兴电信运营商,如果能充分发挥 PLC 技术优势,大力推广独具特色的电力线上网业务,面对滚滚而来的宽带化潮流,电力线通信将成为拉动通信产业新的卓越增长点之一。

## 参考文献:

1. 《低压电力线通信技术研究》/ 张士文 [著] 上海交通大学 2001
2. 《电力线通信》中国电力出版社 2003
3. 《无线局域网(WLAN)》刘乃安. [专著]: 原理、技术与应用
4. 《电力通信》徐伯成主编 2005 年

发表于《2005 年海南通信论文集》

[www.hixfx.com](http://www.hixfx.com)

[hixfx@21cn.com](mailto:hixfx@21cn.com)

qq: 502916523