

芯跑基金，行业专题

PLC 行业分析

近日，华为召开“2022全屋智能及全场景新品春季发布会”，发布支持 128 个 PLC 节点的智能主机 SE、基于毫米波技术的 AI 超感传感器等家居新品，进一步完善其智能家居产品矩阵，构建以 HiLink 为核心的智能家居生态。

华为 PLC-IoT 使能海量终端智能化，织起全 IP 时代物联网“最后一公里”，为整个行业数字化转型带来了价值，也让大家重新关注起 PLC 技术，下文即对 PLC 行业进行分析介绍。



一、 PLC 行业

- PLC 是什么

PLC (Power Line Communication) 即电力线通信，是一种以低压电力线或双绞线、同轴电缆等通信介质，通过调制解调技术实现数据传输的通信技术方案。PLC 技术利用电力线作为通信介质，实现数据、语音、图像等综合信息传输的通信技术。从技术上讲，PLC 是通过把需要传输的信息经过调制后加载到电流中，接收方再通过滤波、解调等方法把有用信息从电流中分离出来，最终送达目标设备，以实现信息传输。

PLC 最大的优势就是免布线，在有电力供应的地方，不用额外部署专用通信线路，就可以进行数据通信，也就是我们常说的网随电通，有电就有网。PLC 按频段分为窄带、中频带和宽带技术。窄带电力通信技术是最早用在配用电网络中的 PLC 技术，有一系列国际标准，如 G3-PLC、PRIME、IEEE 1901.2 等，其频带主要分布在 3~500 kHz，主要用于远程抄表场景。中频带 PLC 技术发源于中国，基于国家电网公司 HPLC 规范的中频带技术，广泛用于用电信息采集领域，并于 2018 年发布 IEEE 1901.1 国际标准。

PLC 电力线通信是在加载工频电力信号的通路上传输高速数据信息，受到各种因素影响导致信号在电力线传输过程中受到干扰，加快衰减，甚至丢失，实际情况包括：

配电变压器对电力载波信号有阻隔作用。一般载波信号只能在一个变压器的区域内传输，实际部署存在跨变压器的共零线串扰情况，会使得距离很近的多台变压器间信号互相影响。

背景噪声严重干扰正常信号传输。阻性、感性、容性负载和大功率、小功率负载所产生的噪声在电网上形成叠加，对信号影响严重。

波信号受到负荷的影响在传输过程中存在高衰减。当负荷越重时，线路阻抗变小，会造成载波信号高衰减。比如当电力线空载时，载波信号可传输几公里，但负荷重时，只能传输几十米。

电力线的分布属性和时变性导致信号发生变形。电力线是分布式网络，不同区域对数据信号影响不一样，同时电力线是时刻变化的，时变性强，因此很难按照统一模式保证载波通信效果。

尽管 PLC 技术一直受业内人士质疑，比如电网环境复杂、噪声干扰严重以及时变性大等因素，但从商业角度来看，PLC 利用无所不在的电力线网络作为通信媒介，极大地降低了高昂的网络建设费用和后续运维管理费用。近年来，随着调制/解调与纠错技术的发展，半导体集成技术的提高，采用复杂数字信号处理

技术的 PLC 通信集成电路在抗干扰能力方面提升很大，因此 PLC 电力通信的地位是不可取代的。该技术应用于智能电网可以为电能表集中抄表、电力负荷监控、配用电自动化和家庭能源系统管理等提供数据传输平台；应用于公用事业具有路灯监控、消防报警等功能；应用于户内终端可实现智能家居、智能安防、电力线宽带上网等功能。

图 PLC 在物联网中的应用



资料来源: www.weekoo.com, 海通证券研究所

电力线载波通信调制解调芯片基本上分为窄带和宽带两大类，或称为低速和高速两大类，一般来说，低速和高速以 2 Mbit/s 为界。目前，PLC 正由原来的窄带低速向窄带高速和宽带高速技术发展。通信性能越来越可靠，稳定性越来越好，电力线载波通信产品应用领域随之越来越广，为载波通信技术打开了巨大的应用市场，特别是潜在需求巨大的智能家居市场。最新的 HomePlug AV 和 G.hn 技术标准已经将通信速率提高至 1Gbps，完全可以满足智能家居、室内电力线宽带组网和即时信息系统等领域的要求。

二、 PLC 的发展脉络

■ PLC 起源于欧美，后逐渐在国内发展应用。

该技术于上世纪二十年代起源于欧美，但由于北美和欧洲标准、消费习惯、应用范围等的差距，并没有得到大规模应用。一直到本世纪初，随着各方面应用条件的日趋成熟，针对不同应用领域的高中低速电力载波通信芯片得到快速发展，各种标准也随之出现。电网是全球覆盖面最广的网络，电力线四通八达，覆盖范围甚广，不仅能够传输电能，还能传输通信数据。电流过的区域远比人踏足的区域要宽广的多，如果在人力无法触达场景下，通过电网实现物联网设备数据的采集及远程控制，将真正实现万物互联。

早在 20 世纪 90 年代初，一些国家开始在这方面进行研究，由于技术不成熟，发展速度缓慢。进入 21 世纪以来，PLC 芯片技术有所突破，此项技术的发展速度明显加快，目前正朝着实用化方向发展。

英国，英国联合电力公司的子公司 Norweb 通讯公司在 1990 年开始对电力线载波通讯进行研究。1995 年，该公司又与加拿大 Nortel(北电网络)公司联手，共同开发这项新技术。1995~1997 年的两年间，Norweb 和 Nortel 公司已经成功地地在英国曼彻斯特对 20 个居民用户进行了试验，传输速率达到 1Mbps，但仅进行了小规模现场试验，未能得到推广。1997 年 10 月，这两家公司声称已经解决了电力噪声等问题，取得了电力线载波技术的重大突破，利用新开发的数字电力线载波技术 DPL(Digital Power Line，数字电力线)实现了在低压配电网上进行 1Mbps 的远程通讯，从而将四通八达的电力线转化为信息高速公路。1998 年 3 月 25 日，成立合资公司 NOR.WEB，进行该技术的市场推广。

美国，1998 年，美国 Intelogis 公司推出了 passPort 商业化 PLC 产品，用于户内联网，最高速率为 350kbps。由于技术不成熟，亦未能大规模商用。到 2001 年初，PLC 专用芯片制造技术的进展明显加速，美国 Intellon 公司用于户内联网的 14Mbps 芯片达到实用水平。同年 6 月 26 日，电力线通信联盟 (HOMEPLUG) 在 Intellon 公司基础上发布了 HOMEPLUG1.0 工业标准，为能够开发出相互兼容的产品提供了准则。目前，美国市面上已有近十家公司的 PLC 户内组网产品问世，这些产品基本上都满足了

HOMEPLUG1.0 标准的规范性、相互可操作性、运行稳定、无干扰、系统可靠、应用普遍、诊断和维护简便等要求。

早些时候，美国联邦通讯署（FCC）讨论了美国对 PLC 技术的相关政策。总的来说，目前还没有一个统一完善的 PLC 宽带通信经营认证标准，因为技术本身还未形成规范，但 FCC 正努力在做这方面的工作，而且以后将要制定 PLC 设备的入网认证，建立 PLC 专业测试机构，以确保将电力通信中的辐射降到最低。

瑞士，瑞士 ASCOM 公司 1998 年开始进入 PLC 技术研究领域，1999 年在德国 RWE 公司实验取得成功，2000 年与欧洲、东南亚以及拉丁美洲的 20 个大型企业或电信运行商联合建设了实验系统，试验的用户数超过 2000 个，并全部取得了成功。

德国，德国 RWE 电力线通信公司（RWE Powerline GmbH）从 1997 年开始与瑞士 ASCOM 公司合作开发 PLC 产品，2000 年 5 月开始进行 200 户的现场试验。2000 年 11 月起在德国埃森 RWE Plug 公司总部大厅开放 PLC 演示样板间。2001 年春季推出了 RWE PowerNet（PLC 上网）、RWE PowerSchool（PLC 学校联网）和 RWE eHome（智能家庭自动化）三项业务及相应产品。自 2001 年 7 月 1 日起正式开始商用化，致力于德国电力线接入市场的运营、数字化家居的建设以及电力线数字学校的建设和运营。RWE 电力线宽带接入产品在德国的埃森安装了 1500 户，从而使 RWE 公司成为世界上首家宣布实现 PLC 接入系统商业化运营的企业，同时德国也是迄今为止世界上唯一允许 PLC 进入商业化运行的国家，并颁布了有关法律（NB30）。

韩国，韩国 Xeline 公司成立于 1999 年 5 月，它的前身是韩国 Keyin Telecom 公司。主要业务是开发、制造、销售基于 PLC 的产品和网络解决方案。在 2001 年 3 月在德国汉诺威举办的 CeBIT 2001 展览会上，推出 PLC 产品解决最后一公里接入、家庭网络应用解决方案。在韩国汉城建立了与互联网相连接的示范点，实现了同步互联网接入的家庭联网、文件共享和 MP3 音乐播送。目前，该公司除在汉城外，还在德国、日本、美国、中国等地建设了 PLC 试验。

以色列，以色列 MANET 和德国 MVV 的合资公司 PPC，已在 11 个地区进行了 PLC 的测试，包括西

班牙、瑞典、荷兰等国家。在德国有 15 个试验点，每个试验点有 20~100 用户不等。2001 年 7 月开始商业化，在曼海姆和 Hamelu 开展业务。该公司正与意大利某公司合作试验自动抄表。

奥地利，奥地利能源公司 TIWAG，在 1999 年 3 月与 ASCOM 合作，2000 年 6 月开通试验，其中包括语音测试。2001 年 5 月向 ASCOM 订购 1000 台 PLC Adapter；2001 年 10 月开始安装，到 2002 年 2 月，已安装了 270 个用户。现已实现了有线电视的信号传输的测试。

近年来，国际上对宽带电力线通信的标准的制定和研究从未停止，经过各公司的技术发展和市场的竞争格局变化，PLC 技术标准已经逐步相互妥协和靠拢，目前以 IEEE 的 P1901 和 ITU 的 G.hn 形成两大标准阵营，互相抗衡。

IEEE P1901 是以 Homeplug 联盟的 Homeplug AV 技术为主要基础的标准，市场占有率高（有超过 1 亿多个设备在网上使用），支持的芯片厂家多且实力雄厚（如 Qualcomm，Broadcom，Mstar 等）。

ITU-T G.HN 旨在发展下一代家庭网络技术，统一家庭所有有线（电力线、电话线和同轴电缆）的标准，保证产品互通和兼容性，提供超过 1Gbps 物理速率，侧重家庭互联，提高共享率，保证互联互通，降低成本。HomeGrid 论坛则正是推动 ITU-T G.hn 标准的产业组织。

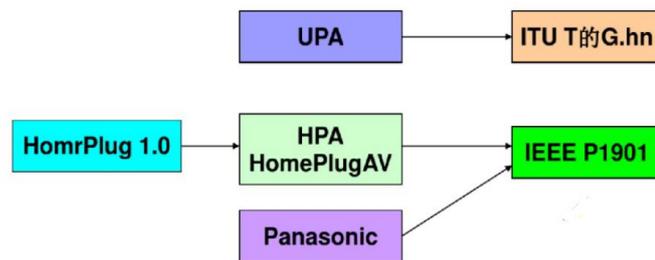
电力线通信的标准

- 家庭插电联盟（HomePlug Association, HPA），代表性厂家是Intellon
- 通用电力线联盟 (Universal Powerline Association, UPA)代表性厂家是 DS2
- 消费电子电力线通信联盟(CE-Powerline Communication Alliance, CEPCA)，主要代表性厂家是panasonic

这三家标准的产品都已经广泛应用于欧洲，北美以及亚洲的日，韩等发达国家,PLC是一个已被广泛应用的技术

头条 @电力系统那些事

标准的演进



据外媒报道，全球电力线通信（PLC）市场不断增长，2018年全球PLC市场规模为50.6亿美元，预计到2025年底将达到122亿美元，2019-2025年的复合年增长率为11.6%。

欧洲占据全球PLC市场主导地位，欧洲在电力线通信技术市场占据主导地位，原因是越来越多的公用事业公司投资部署智能电网解决方案和智能电表，政府也相继出台部署智能电表的政策。例如，欧盟提出到2020年智能电表的覆盖率达到80%以上。在欧洲，意大利拥有最大规模的电力线通信智能电表。

2018年初，ADD GRUP宣布已在保加利亚、波兰、捷克、拉脱维亚、立陶宛、罗马尼亚、瑞典、格鲁吉亚、印度和黎巴嫩十个国家部署超过了100万台的PRIME电表。广泛的地理位置和过时的网络增加了整个项目的复杂程度。比如，立陶宛和拉脱维亚等国家的一部分变电站没有被PRIME电表完全覆盖，这不仅增加了电表之间的距离，还可能导致抄表准确度不高，但PRIME技术在不影响通信质量的情况下克服长距离传输的困难。ADD 人士表示，整个项目每年的仪表故障是0.1%，超过了行业最高标准0.5%。

北美在电力线通信市场也占据领先地位，原因是北美大量部署智能家居和自动化解决方案。智能家居和自动化解决方案的安装基数在2015年超过1000万，预计到2020年安装基数会翻倍。此外，智能电网解决方案的部署也推动了对PLC解决方案的需求。

PLC在不同垂直领域的成本效益、可靠性、高性能推动了电力线通信市场的增长。PLC技术可以利用现有的布线基础设施，通过电力线传输数据。按数据传输速率，PLC分为窄带和宽带PLC，由于能源管理及智能电网对窄带技术产品的需求不断增加，预计窄带PLC在预测期内将大幅增长。电力线通信市场的主

要玩家包括 ABB、西门子、Cypress Conductor、德州仪器、施耐德电气等。

相比国外而言，我国的载波通信技术研发起步较晚，但发展迅速。我国曾经引进过国外电力载波通信厂商技术与产品，但由于电力用户数量多、负载特性复杂、用户用电设备对电网污染严重，国外产品在我国使用中会出现一系列难以解决的问题。自本世纪初，国际品牌低压电力线载波通信产品逐渐退出国内市场。

近年来随着低压集中抄表系统的发展和用电信息采集系统的全面建设，国内市场规模迅速扩大，技术研发实力显著提升，实时性和抗干扰性等方面均达到了较高水平，国产载波通信产品在智能用电信息采集系统建设中得到了广泛应用。目前国网公司用电信息采集系统载波通信类的采集终端均为我国本土企业自主研发生产。

频率范围与国内水土不服，国外厂商市占率不高。北美和欧洲地区的电力线载波芯片根据当地的电网特性、电网结构和家庭内部自动化制定了相应的窄带电力载波通信适用频率范围，分别为 100KHz-450KHz 与 9KHz-150KHz。然而在国内电网环境下使用水土不服，仅有一、两款产品勉强使用，且价格高昂，难以提供系统解决方案，性价比较低。因此国外厂商如 ST、ECHELON、Intellon、Maxim、Yitran、DS2 等公司在国内整体占有率不高。在此环境下，我国本土设计公司取得快速发展。

窄带低速到窄带高速，统一载波频段逐步实现本土化。2009 年以前属于窄带低速时代，频段小于 500KHz，采用单载波，速率低，抗噪声能力弱。2010-2014 开启 OFDM 窄带高速时代，采用 OFDM（正交多载波）数字通信技术。2015-2018 年国网 HPLC 标准制定，频段范围在 2-12MHz，也采用先进的 OFDM 数字通信技术。2018 年，国网 HPLC 实现规模化应用，开启统一招投标。目前电力线传输使用的频段大致可以分为三类：**窄带 PLC、中频带 PLC 和宽带 PLC**，PLC-IoT 使用的频段范围在 0.7~12MHz，属于中频带 PLC 技术，噪声低且相对稳定，信道质量好，有利于终端数据的传输。

表：PLC技术及分类

宽带类别	频段范围	国际技术标准	技术场景	适用场景
窄带 PLC (Narrow band power line communications)	<148.5 kHz(EU)<4920 kHz(FCC)	IEEE P1901.2	低速率大连接： • 速率：小于 150kbps • 时延：一般大于 200ms • 连接数：最高可达 1000 个 传输距离大于 1km	常用于低速率连接的中低压配电网自动化、电表抄表等场景。
中频带 PLC (Medium frequency power line communications)	0.7~12MHz	IEEE1901.1	低时延高可靠： • 速率：150kbps~10Mbps • 时延：小于 50ms • 可靠性：99.999%	常用于高可靠和实时控制类物联网场景，如智能电表、智能交通灯控制、智慧路灯单灯灯控等场景。
宽带 PLC (Broadband power line communications)	1.8~30MHz/1.8~100MHz	IEEE1901/ITU-T G.hn	增强大带宽： • 速率：200Mbps~1.5Gbps • 时延：小于 50ms • 距离：小于 200 米	常见于家庭宽带接入、互连场景。

数据来源：华为 PLC-IoT，西南证券整理

PLC-IoT 的典型应用场景分为 **配电物联网、智慧用能、智慧路口**。其中**头端模块**应用于智能配变终端中，**尾端模块**被集成于开关、漏保等低压末端设备中，利用电力线实现智能配变终端与不同低压设备之间的通信。

与传统载波模块相比，PLC-IoT 具有以下优势：1) 能够基于 IPV6 进行低压末端设备访问，支持不同类型末端设备共享 PLC 网络，提升通信效率；2) 支持即插即用，配合智能配变终端、IoT 平台和配电网自动化主站，实现低压设备“自注册，自发现”，简化低压设备接入；3) PLC 单模支持停电事件上报，实现停电主动抢修，改善供电服务质量。

图：PLC-IoT 典型应用场景



数据来源：华为 PLC-IoT，西南证券整理

PLC-IoT 优势亮点突出，成为无线通信技术有效补充。在工业物联网场景下，IoT 终端接入技术分为两类：无线通信技术和有线通信技术。无线通信技术包括：1) 微功率无线通信技术，如蓝牙(Bluetooth)、无线局域网 802.11(Wi-Fi)、Zigbee、RF(Radio Frequency)、近场通信(NFC)等；2) 蜂窝无线通信技术，如 NB-IoT (Narrowband Internet of Things)、GPRS、LTE 等运营商的网络。有线通信技术包括：1) 工业现场总线技术：一种工业数据总线，主要用与智能化仪表、控制设备等现场设备之间的数字通信，常见的有 RS485 和 CAN 总线等；2) 电力线通信技术：一种通过电力线进行数据传输的技术，不需要额外部署通信线路，复用电力线通信等，如 PLC-IoT。PLC-IoT 作为新兴的电力线通信技术，**相较于其他电力线通信技术，解决了电力线路信号干扰、衰减问题。**

表：PLC-IoT 技术优势及亮点

相较工业现场总线技术优势	相较无线通信技术优势（微功率和蜂窝无线技术）	亮点特性
<ul style="list-style-type: none"> 免布专用通信线，免挖路破墙，提高部署效率和降低部署成本。 通信数据和电源同缆，节省户外昂贵线缆的成本。 通信带宽高，可综合传输数据和图片视频。 通信时延低，可用于有实时性要求的控制场景。 具备加密传输和白名单认证，提升了通信网络安全。 	<ul style="list-style-type: none"> 组网系统复杂度低，不需进行复杂的无线覆盖勘测，基站选址，以及覆盖仿真设计。 不需架设基站和核心网，综合部署成本低。 通信带宽高，可综合传输数据和图片，有更好的业务体验。 通信时延小，除了实时在线监测，还可用于实时控制。 密集楼宇和地下室等特殊场景，无线信号覆盖相对差，而 PLC 不受地理环境限制。 	<ul style="list-style-type: none"> 支持 IPv6, 实现 IP 化 PLC 通信 网络架构简单，组网灵活，即插即用 无扰台区识别，避免设备归属问题

数据来源：华为 PLC-IoT，西南证券整理

PLC-IoT 借鉴了 OSI 网络模型，包括物理层、链路层、网络层、传输层和应用层。如 PLC-IoT 网络模型所示，目的是能够支持基于 TCP/IP 的通信与标准 TCP/IP 进行对接实现标准 IP 网络通信，实现电力线传输的数据及不同类型 PLC 终端之间能够基于 IP 网络通信（即 IP 化 PLC），扩展 PLC-IoT 的应用场景。PLC-IoT 技术按照 IEEE1901.1 国际技术标准实现。

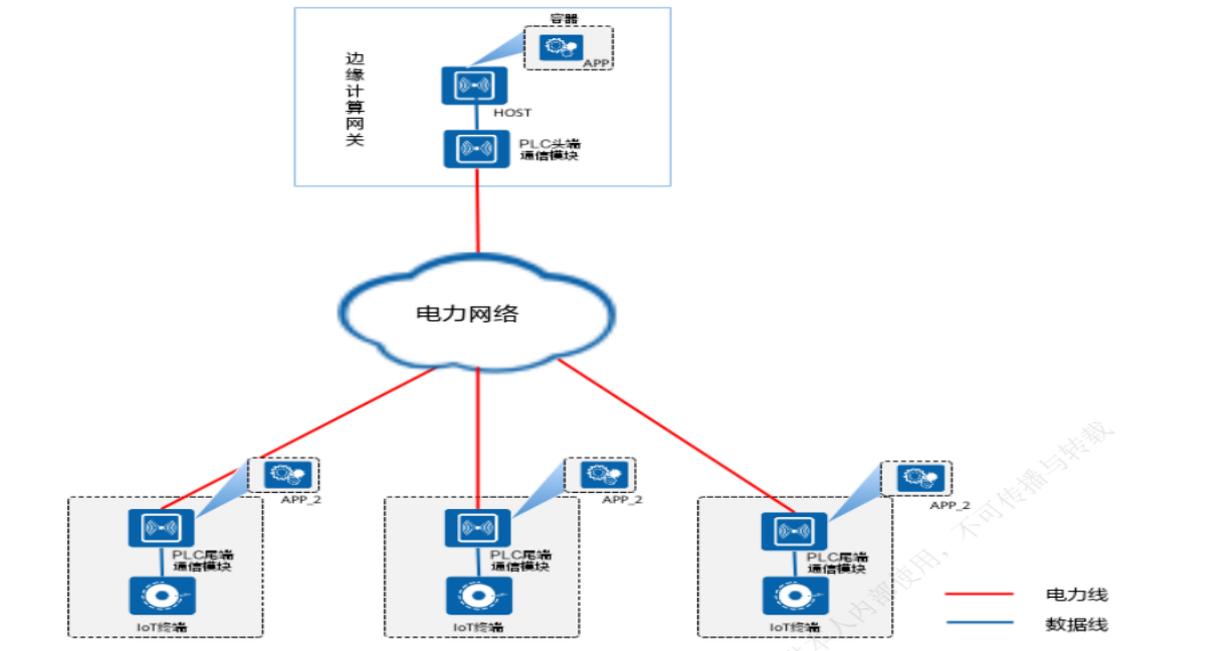
图：PLC-IoT 网络模型



数据来源：华为 PLC-IoT，西南证券整理

PLC-IoT 典型组网由边缘计算网关（包括 PLC 头端通信模块、Host、容器和 APP）、PLC 尾端通信模块以及 IoT 终端组成。3A 边缘计算网关中的 Host 提供容器环境，用户可将管理 IoT 终端的业务 APP 部署在容器中，实现下发采集 IoT 终端数据及控制指令。PLC 头端通信模块负责处理应用数据将其耦合至电力线上，向上与 Host 连接，实现将通过 PLC-IoT 网路传输的数据上报给 Host 处理，向下将 Host 中的业务 APP 下发的采集 IoT 终端数据及控制指令通过电力线传输至 PLC 尾端通信模块。PLC 尾端模块集成在 IoT 终端中，负责采集 IoT 终端数据或执行边缘计算网关侧下发的命令。

图：PLC-IoT 典型组网图



数据来源：华为 PLC-IoT，西南证券整理

三、 PLC 下游应用市场

根据华泰证券研报介绍，2025 年我国智能家居 PLC 芯片市场规模有望接近 100 亿元。PLC 按载波通信信号的频段和传输速率的不同可以分为窄带、中频带和宽带技术。其中，窄带 PLC 主要应用于低速率连接的中低压配电网自动化、电表抄表等场景；中频带 PLC 主要应用于智能电表、智能交通等场景；而宽带 PLC 则主要用于家庭宽带接入和互连场景。根据力合微招股说明书 2019 年窄带载波芯片单价约 15.93 元，假设 PLC 芯片平均单价保持稳定（考虑窄带升级宽带带来的 ASP 提升），单个家庭 PLC-IoT 设备连接数约为 5 个（照明系统、安防系统、空气系统、用水系统、控制系统等），若我国家庭户数保持稳定（根据国家统计局公布的第七次全国人口普查数据，2020 年 11 月 1 日零时，全国共有家庭户 49416 万户），2025 年我国智能家居渗透率达到 25.4%（Statista 预测），则 2025 年智能家居 PLC 芯片市场规模将接近 100 亿元。

1、智能电表业务

电力线载波通信 PLC 技术利用已有的电力配电网进行通信，信号不会因为通过建筑物墙壁而受到衰减

甚至屏蔽，许多国家或地区已经或即将部署的智能电表系统都采用 PLC 方案进行自动远程抄表。



随着国网制定互联互通的高速载波技术标准，对于电力线载波通信模块，国网从原来通过智能电表招标的间接招标为主，转为载波通信模块的直接招标模式为主。此外，国网不再满足于原有电能信息采集系统，而将该系统扩展为营销、计划、发展、生产等多个部门提供配电网综合基础数据的信息采集系统。数据需求的提升推动了电力线载波通信技术从窄带到高速的升级，电力线-射频无线双模通信成为下一个技术演进方向。

表：国内电网用电信息采集本地通信技术演进及发展

通信速率	窄带通信		高速通信		
技术演进	窄带单载波		窄带 OFDM 多载波	高速 OFDM 多载波	高速 OFDM 双模(电力线及射频无线)
传输介质类型	单载波 电力线	单载波 微功率无线	OFDM 电力线通信	OFDM 电力线通信	OFDM 电力线/无线 双模通信
应用时间	自 2007 年开始规模试点，2009 年智能电网建设开始	2011 年国网有应用，2013 年 1 月国网颁布电力用户用电信息采集系统微功率无线通信协议标准	2010 年在国内电网开始应用；2017 年形成窄带 OFDM 电力线通信国家标准 GB/T31983.31.2017	2018 年第四季度国网开始规模招标	
建设周期	国内电网窄带通信用电信息采集系统第一期建设 2009-2017		始于 2018 年四季度，目前仍在建设中		
建设周期内用量	>90%		不低于 4.5%	载波通信全部按照 OFDMHPLC 技术招标采购	
工艺设计	0.35μm-55nm 制程		90nm-28nm 制程		
产品性能	最高通信速率：5.6kbps-45kbps		最高通信速率：300kbps	最高通信速率 10Mbps，典型通信速率<500kbps	
市场分布	国网及南网用电信息采集本地通信，以及非电网物联网应用		国网互联互通高速载波规范目前主要用于国网高速用电信息采集。		
产品替代	由于电网公司在窄带载波没有统一、互联互通的标准，因此产品可替代性不强。		由于电网公司在高速载波有统一、互联互通的标准，因此产品可替代性强。		

标准制定中

ICS 29.240

Q/GDW

国家电网有限公司企业标准

Q/GDW 12087.1 2020

2021年3月，国家电网发布双模通信互联互通技术规范的企业标准，电力线-射频无线双模通信的技术演进正式开始。

双模通信互联互通技术规范 第1部分：总则

Dual mode communication interoperability technical specification Part1: General

2018年开始，国家电网下属27个省市的25个省市，分别在每年下半年进行HPLC模块招标，个别省市根据自身情况进行两批次招标。HPLC单元主芯片的芯片设计厂商可以直接参与模块及整机招投

2021_03_26发布

2021_03_26实施

国家电网有限公司 发布

标，也可以授权模块厂商进行招投标。2019年国网招标数据显示，国家电网智能电表、集中器、采集器、专变采集终端合计招标金额达160亿元，同比增长31.15%。2020年国网发布招标信息，电能表类招标合计两次，分别是5月11日和10月12日。由于电表是电力泛在物联网最底层和最大量的终端，新一轮智能电表更换与升级正在启动，并且伴随着智能电表大量进入轮换期，未来三到四年招标量维持向上的过程。

表：2018年国网HPLC模块及整机直接中标及授权中标情况

排名	公司名称	直接中标	授权中标	总中标金额(万元)	市占率
1	智芯微电子	15,606.06	151,833.24	167,439.30	67.94%
2	海思半导体	-	25,878.63	25,878.63	10.50%
3	东软载波	5,332.02	11,833.16	17,165.18	6.96%
4	力合微电子	3,699.16	5,985.19	9,684.35	3.93%
5	北京前景无忧电子科技有限公司	3,571.53	2,458.50	6,030.03	2.45%
	其他	8074.47	12181.61	20256.08	8.22%

数据来源：环球表计，西南证券整理

表：2019年上半年国网HPLC模块及整机直接中标及授权中标情况

排名	公司名称	直接中标	授权中标	总中标金额(万元)	市占率
1	智芯微电子	15,853.13	115,595.63	131,448.76	67.97%
2	海思半导体	-	15,003.36	15,003.36	7.76%
3	东软载波	6,406.89	5,399.25	11,806.14	6.10%
4	力合微电子	340.22	5,131.05	5,471.27	2.83%
5	深圳市中创电测技术有限公司	3,872.66	1,433.40	5,306.06	2.74%
	其他	9910.6	10782.83	20693.43	10.70%

数据来源：环球表计，西南证券整理

根据国网电子采购平台、南方电网招投标平台、“环球表计”及“电力猫”的统计数据显示，2021年国网+南方电网整体招标1.24亿只，相较2020年增加22.5%。从国网范围剩余需求量看，显性需求保守测算还有不少于2亿个模块需求，显性需求的大规模招标应当至少可持续2年。之后的市场规模除了显性需求的故障更换等需要，市场规模应该会阶段性有所下降，其下降规模将取决于隐性需求能否快速产生市场规模。另外，就是RF+HPLC双模方案会否被确定为主流应用。

地区	单相	三相	II采集器	I采集器	集中器	能控终端	合计
湖北	13,088,000	2,488,000			216,700		15,792,700
江苏	1,301,300	586,700	9,658,600		194,400	20,000	11,761,000
江西	10,000,000	740,000			120,000		10,860,000
湖南	9,240,000	1,016,000			244,000		10,500,000
四川	8,507,091	626,790			191,890		9,325,771
河南	7,024,422	1,212,617			76,000	12,000	8,325,039
山东	7,426,563	749,960	12,200		54,645		8,243,368
黑龙江	4,200,000	499,993			100,007		4,800,000
浙江	1,115,225	307,022	2,713,673		172,408	400	4,308,728
福建	3,780,000	378,000			42,000		4,200,000
河北	3,144,500	626,500			52,500	25,422	3,848,922
甘肃	3,574,442	163,366			49,541		3,787,349
陕西	3,079,408	366,701			69,860	0	3,515,969
安徽	3,000,000	405,000			40,000	5,000	3,450,000
重庆	3,130,033	207,368	10,000		83,087	2,000	3,432,488
山西	2,774,001	396,286			39,614		3,209,901
辽宁	1,800,000	300,000			30,000		2,130,000
陕西地电	1,638,059	226,237			39,819		1,904,115
北京	1,654,000	105,000	22,000		23,800		1,804,800
冀北	1,513,160	136,080			29,700		1,678,940
蒙东	1,278,785	89,729			19,218		1,387,732
新疆	1,020,497	133,000			31,100		1,184,597
天津	1,000,000	100,000			16,000		1,116,000
上海	415,000	74,000	580,000		22,000		1,091,000
吉林	900,000	62,000					962,000
青海	654,000	137,000	44,300		14,700		850,000
宁夏	624,001	109,600			6,850		740,451
合计	96,882,487	12,242,949	13,040,773	0	1,979,839	64,822	124,210,870

细分招标情况

- 整体分为三个梯队，第一梯队为：湖北、江苏、江西、湖南、四川、河南、山东。国网系统素有“两难”之说，特使湖南、河南，这两个省一般动作最慢。此两省开始大规模招标，标致着本波次市场（自2017年开始）达到高峰
- 江苏、浙江仍然是II型采集器的主要使用地，北京、山东使用量下降，未来可能全部转型
- 集中器/表计比例约为1.8%，宏观看集中器配比有增加趋势，可关注集中器MCU市场动向
- 三相表/单相表比例约为11.1%，此比例偏高，需结合历年招标情况进行分析

2、光伏通讯应用

近年来随着巨大的光伏存量市场与飞速迭代的系统效率、下降的系统成本、技术的快速进步，给技术改造创造了空间。特别是光伏行业实现平价上网之后，存量电站的隐性价值正在增加。光伏电站技改主要通过物联网、云计算、大数据、人工智能、新材料、新技术与光伏发电产业深度融合，将性能指标低下的电站改造成新型智能光伏电站，从而实现的老旧电站的智能化。然而实现这一步还有很多现实的问题需要考虑。

有线通信施工难度大

光伏电站在初期施工时，一般将动力电缆和通信电缆（光纤）一同敷设并填埋。有的老旧电站在施工时并没有敷设通信电缆，进行智能化改造时需要二次施工。在进行挖沟等作业时，极易对原有的动力线缆进行损坏，造成人员伤亡或财产损失，从成本来说光伏电站的改造的施工成本也是非常高的。据数据统计一个30MW的光伏电站光光缆就需要6300米，敷设线路沟渠3000米。其中还有线路预设，设备调试等，人工和成本损耗巨大。



光伏电站布线示意图

无线通信的方案有很多，但应用在现场的案例不是很多，主要受以下几个方面的影响传输距离较短：
现场的设备已经超出了无线的传输距离，导致机房无法收到设备信息。

传输类型受限：部分现场位置偏远，没有 2G/4G 信号，导致以 DTU 进行传输的方案受阻。

环境干扰：当无线的传输天线内置于汇流箱时，汇流箱、光伏板等都会对无线信号形成遮挡，导致设备信息无法传输。天线置于高处又有雷击的风险，同时逆变器产生的谐波等问题也会对无线产生干扰。

成本增加：实现无线传输，天线和通信模块时必要的。所以带无线的功能的汇流箱监测模块在成本上要比普通的高 100 左右。

电力线载波通信技术(PLC)以其无需重新布设通信线、即插即用、灵活组网、成本低廉等无可比拟的优

势成为微型逆变器智能光伏并网系统的最理想通讯方案。PLC 方案应用于光伏组件串联组网通信，500 节点场景，监测光伏组件电压、电流、温度，某子节点故障，可实现 1s 快速全部关机。光伏逆变器与 SmartLogger 组网通信，实现光伏逆变器监测与控制。

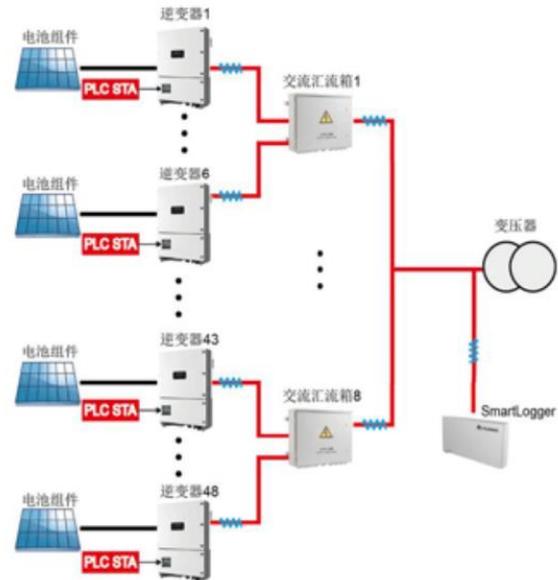
电力线载波通信产品主要应用于直流输电、配电等场合，如光伏汇流箱、直流柜、电信机房

和通讯基站等。通过电力线载波方式采集节点数据，再通过 RS485 使网关与上位机通信，它主要功能有实时监测直流系统内各个支路电流、母线电压、箱体温度、防雷器状态和直流断路器状态等。可以实现异常状态自动报警等。

另外，PLC 技术可用于太阳能电池方阵的视日运动轨迹跟踪。由于相对于某一个固定地点的太阳能光伏发电系统，一年春夏秋冬四季、每天日升日落，太阳的光照角度时时刻刻都在变化，如果太阳能电池板能够时刻正对太阳，发电效率才会达到最佳状态。目前通用的太阳跟踪控制系统都需要根据安放点的经纬度等信息计算一年中的每一天的不同时刻太阳所在的角度，将一年中每个时刻的太阳位置存储到 PLC 中，也就是靠计算太阳位置以实现跟踪。

传感器跟踪。传感器跟踪是利用光线传感器检测太阳光线是否偏离电池板基线，当太阳光线偏离电池板基线时，传感器输出一个偏差信号，该信号经放大并转成标准信号，通过模拟量输入通道传给 PLC，PLC 运算后通过开关量输出控制执行机构，使跟踪装置重新对准太阳。

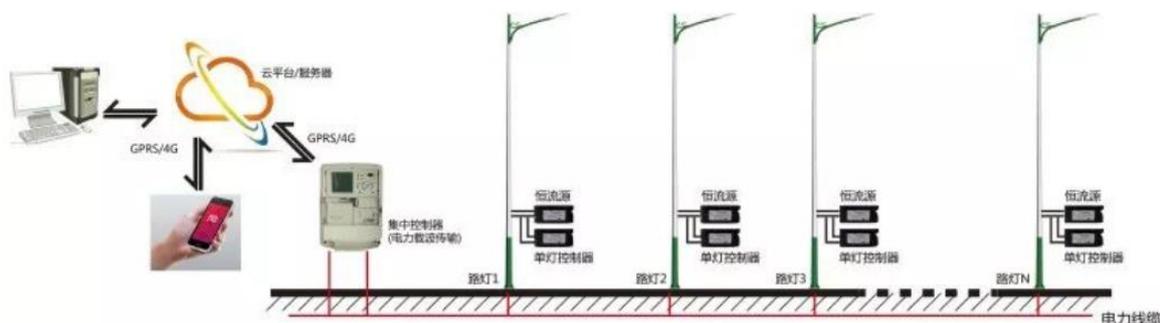
在全球越来越多的国家加入碳中和的一致共识下，风力发电、光伏发电等可再生能源在电力结构中的比重有望快速提升。中国是全球公认的世界光伏产业领导者，占据全球 70% 以上市场份额，预计到 2025 年全球光伏装机总量超过 400GW。根据中国光伏行业协会(CPIA)的预测，保守情况下 2025 年我国新增光伏



装机容量将达到 90GW，相比 2020 年 48.2GW，复合增速为 13.3%。此外，我国光伏电池产量在 2020 年达到 1.6 亿千瓦，2021H1 同比增长率达到 52.6%。

3、路灯控制应用

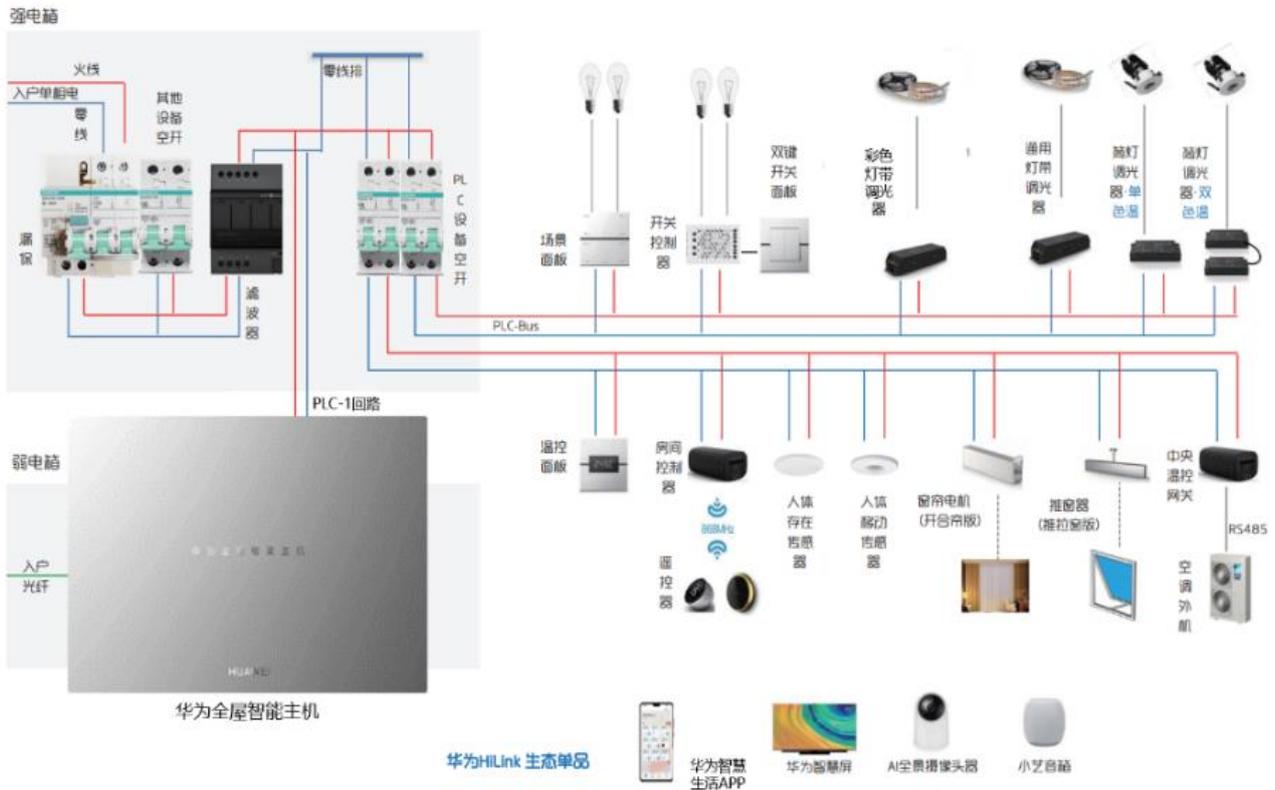
随着城镇化迅速推进，城市规模不断扩大以致照明路灯的数量也水涨船高。城市路灯所消耗电量在城市用电总量占据很重比例，为了节约能源，开发城市路灯控制系统势在必行。随着电子芯片技术不断发展，PLC 作为集成化程度较高的一种元件在路灯控制系统应用中越来越广泛。PLC 方案应用于照明集中控制器与单灯/双灯控制器的组网通信。200 节点典型场景，应用层 100kbps，实现路灯控制、调光、电量采集、漏电监测等功能。



4、智能家居应用

智能家居是以住宅为平台，基于物联网技术、软件系统、云计算平台构成的家居生态圈，并通过数据收集，分析用户行为数据为用户提供个性化服务。PLC 方案应用到智能家居，具备了不需要重新布线，且电力线网络分布广泛，接入方便，多用户能够共享宽带等优点，目前被广泛应用于家庭网关、室内照明、电动窗帘等组网通信。

PLC-IoT 单相电智能解决方案



与 Zigbee、KNX 等技术相比，PLC-IoT 具有覆盖范围广、稳定性强、易部署等优势。在智慧家居控制场景目前主要采用的无线技术是 Zigbee Zigbee 作为低速短距离传输的无线网上协议，主要优势为低功耗、低成本、支持大量网上节点，但数据传输速率低，有效范围小，抗干扰性差。Zigbee 方案很容易被强阻隔和非授权频谱中信号干扰阻塞，要获得很好体验的灯光效果，家庭一旦出现灯比较多的情况，场景化模式下的控制会非常的不稳定。PLC-IoT 控制总线极大地解决了上述问题，通过本地化的全屋智能主机，PLC 实现了“网随电通”的创举，可支持 2000 米传输距离，轻松覆盖高达 500 平的大户型，可连接设备多达 384 个，通讯成功率高达 99.99%，更加稳定。在有线技术方面，传统通过 KNX 布线来做全屋智能控制，在灯具供电情况下，还需要额外拉一根控制线，导致主机体积庞大，布线复杂，需要专业人士设计、安装、后期维护，因此成本很高。而 PLC-IoT 成本较低、易部署、连接稳定可靠，更具优势。

四、 PLC 厂商竞争情况

由于 PLC 目前的市场主要集中在电网系统，而且频率及标准差异，国外芯片厂商市占率不高，市场主要由国内公司主。由于市场相对封闭，所以毛利较高，目前 PLC 模组的普遍价格在 50 元以上。

细分市场份

- 整体分为三个梯队，第一梯队为：智芯、海思。占据市场份额接近70%。且此市场格局已经多年未发生变化。为标准及市场格局的领导者
- 海思近年收到国际形势影响，芯片开发及生产均较原计划有极大延迟
- 第二梯队厂家在客户关系、市场拓展、自有技术方面均处于领先水平。在窄带通讯时代占据主要市场份额，如果技术节奏准确，有可能侵蚀海思市场份额
- 第三梯队厂家以客户关系为主，在固定市场具有不可替代性，除瑞斯康外将能够长期生存。技术一般来自IP授权，是可以合作和团结的对象
- 上述公司，只有海思为单纯芯片销售模式，其他均涉及芯片及模组交付方式。海思的主要合作伙伴为：深国电、中睿昊天、中电华锐、联强邦盛

厂家	数量	占比
智芯	72,305,086	58.22%
海思	12,953,091	10.43%
鼎信	5,038,039	2.86%
东软载波	4,791,624	2.94%
中宸鸿昌	3,857,495	2.44%
力合微	3,520,379	2.30%
航天中电	3,517,755	2.35%
前景无忧	3,022,032	2.07%
慧信	2,506,002	1.76%
思凌科	2,467,835	1.77%
芯云	2,158,555	1.58%
智微	1,956,508	1.46%
米特	1,721,319	1.30%
溢美四方	1,274,367	0.98%
中创	1,044,141	0.81%
飞利信	803,370	0.63%
矽久	791,707	0.63%
瑞斯康	469,567	0.37%
合计	124,198,872	100.00%

北京智芯微

北京智芯微电子科技有限公司是国网信息产业集团全资子公司，涉及芯片传感、通信控制、用电节能三大业务方向，致力于成为以智能芯片为核心的高端产品、技术、服务和整体解决方案提供商。

成立于 2010 年，注册资本 64.1 亿元，是国家电网公司芯片产业发展的使命担当者。目前拥有 9 家分（子）公司，是国家高新技术企业、国家技术创新示范企业和国家规划布局内重点集成电路设计企业，连续八年获评“中国十大集成电路设计企业”，目前排名全国第三。

智芯公司坚持以“铸造工业最强芯”为使命，不断提升以智能芯片为核心的整体解决方案提供能力，形成了“安全、主控、通信、传感、射频识别、计量、人工智能、模拟”八大类 150 余款芯片产品，业务范围覆盖电力、轨道交通、汽车电子、石油石化等领域。

智芯微电子是电力系统唯一的集成电路设计企业，致力于成为以智能芯片为核心的整体解决方案提供

商。

2013年~2017年，连续五年被评为“国内十大集成电路设计企业”，2017年以44.9亿元人民币销售额位列第五，拥有国内顶尖的芯片设计分析实验室，芯片设计能力国内领先，部分关键技术处于国际领先水平，芯片供货量超过7亿颗，

2017年度中国集成电路设计前十大企业

排名	公司名称	销售额（亿元人民币）
1	深圳市海思半导体有限公司	361
2	清华紫光展锐	110
3	深圳市中兴微电子技术有限公司	76
4	华大半导体有限公司	52.1
5	北京智芯微电子科技有限公司	44.9
6	深圳市汇顶科技股份有限公司	38.7
7	杭州士兰微电子股份有限公司	31.8
8	敦泰科技（深圳）有限公司	28
9	格科微电子（上海）有限公司	25.2
10	北京中星微电子有限公司	20.5

资料来源：中国半导体行业协会

现场运行失效率仅为千万分之一，可靠性保障技术全球领先。

自成立以来，智芯微电子结合智能电网各环节终端设备的应用需求，研发了具有自主知识产权的各类芯片数十款，形成“安全、主控、通信、传感、射频识别”五大产品线，芯片产品在全国电力行业大规模应用，实现了我国电力专用芯片产品从“受制于人”到“走向世界”的重大转变，成功将电力系统用电侧设备的核心芯片国产化率由2010年前的不足10%提高到2016年的60%左右。此外，部分产品在石油石化、汽车电子、钢铁冶金、节能环保、智慧城市和公共服务等领域也得到广泛应用。部分芯片随终端设备成功出口至比利时、荷兰、巴西等10余国家和地区。

■ 海思

海思公司对外的芯片主要分为三大类：

- 1、智慧视觉芯片 (Smart Media) ,主要针对安防、消费、汽车等领域，就是前面提及的视频监控芯片；
- 2、智慧媒体 (Smart Media) ,主要针对 STB/TV 盒子，就是前面提及的机顶盒芯片。此外，还包括智慧家庭中心，提供聚合计算平台。也就是说鸿鹄系列智慧屏芯片可能也将会对外开放。
- 3、联接芯片 :AIoT ,就是前面提及的鸿鹄系列 WiFi 芯片和巴龙基带芯片 ;家庭网络 :Pon+G、hn+WiFi。

PLC 芯片也属于海思的联结芯片的一块，但由于收到中美贸易影响，目前产能受限，导致市场占有率下降。但根据 2022 年 3 月 16 日华为新产品发布会来看，PLC-IOT 还是华为布局的重点业务。

华为发布新款的全屋智能主机 SE，较此前发布的全屋智能主机体积减小 95%，可灵活搭配中控面板，挂屏安装，可成为带屏主机，同时最大支持 128 个 PLC（电力线载波通信）设备接入，500Kbp 高网络性能，99.99% 的高可靠抗干扰，支持断网本地可控。得益于双核 ARM CPU 和 PLC 芯片与 HarmonyOS 加持，使得华为全屋智能主机 SE 可以成为全屋互联中枢和全屋 AI 中枢。目前华为拥有全屋智能主机及全屋智能主机 SE 两套产品，前者针对前装大户型，具备高集成、模块化、智慧化、可扩展能力，后者增加了物业对讲系统等接口和交互面板接口，实现了家庭智慧中枢和交互核心的接驳，丰富了全屋智能的智慧使用场景，降低用户的使用成本，并让设备应用的灵活性增加。华为特别强调了 PLC 在全屋物联方面的重要性，PLC 将成为家庭控制总线，在业内首次将工业级 PLC 芯片用于家庭物联网。



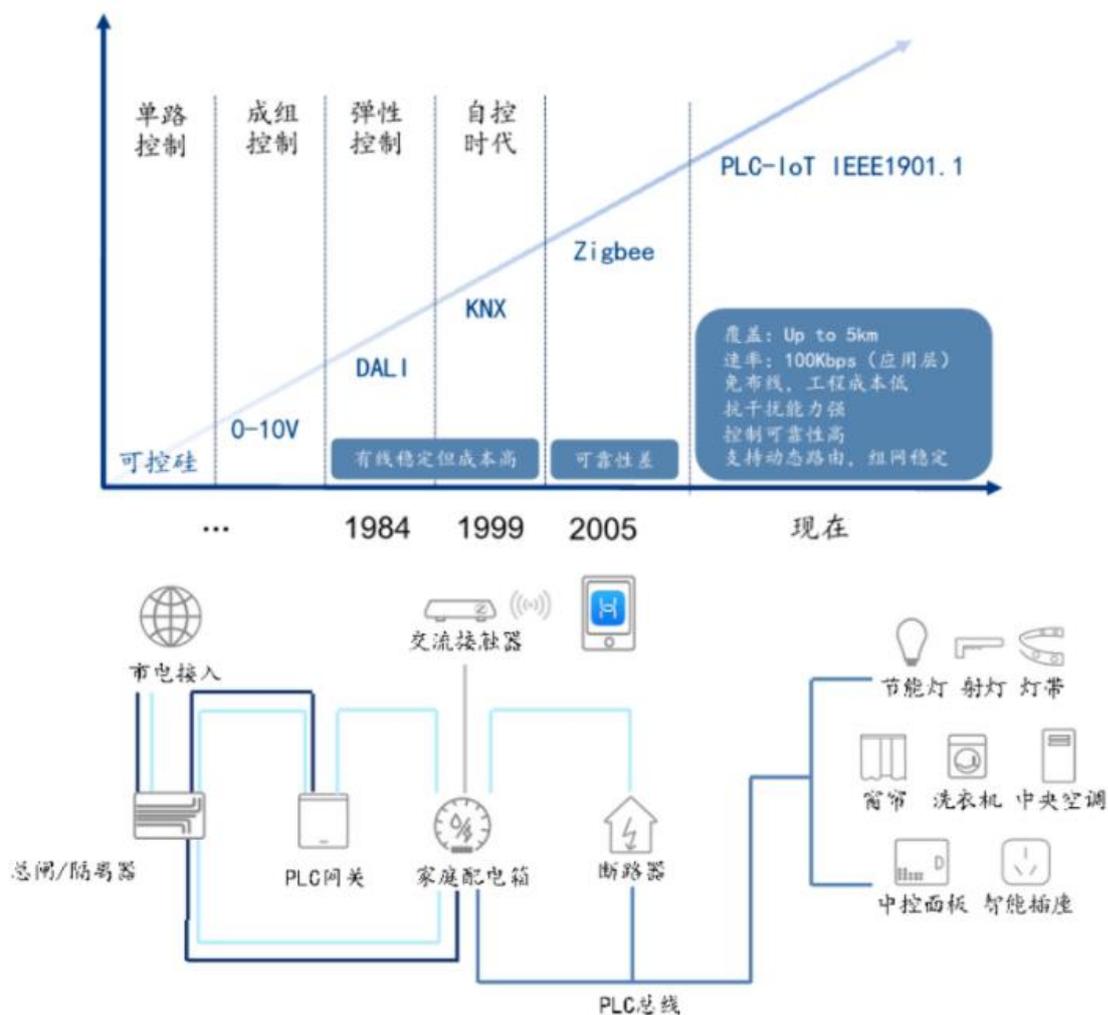
PLC-IoT (Power Line Communication Internet of Things) 是基于 HPLC/IEEE 1901.1，结合华为特有技术的，面向物联网场景的中频带电力线载波通信技术。PLC-IoT 的工作频段范围在 0.7~12MHz，噪声低且相对稳定，信道质量好；采用正交频分复用 (OFDM) 技术，频带利用率高，抗干扰能力强；通过将数字信号调制在高频载波上，实现数据在电力线介质的高速长距离传输。PLC-IoT 应用层通信速率在 100kbps 到 2Mbps，通过多级组网可将传输距离扩展至数公里，基于 IPv6 可承载丰富的物联网协议，使能末端设备智能化，实现设备全联接。

低压电力线的拓扑结构和物理特性都与传统的通信传输介质，如双绞线、同轴电缆、光纤等不同，是在已加载工频电力信号的通路上传输高速数据信息，因而具有工作环境恶劣、噪声干扰严重以及时变性大等特点。同时，信号很容易产生反射、驻波和谐振等现象，使信号的衰减特性极其复杂，造成电力线通信信道具有很强的频率选择性。

华为 PLC-IoT 方案精确有效地建立了电力线通信信道传输模型，根据频率选择特性确定最佳信号传输频率，同时通过大量的实测数据，分析获得电力线的信道特性，包括信号的衰减特性、阻抗特性、噪声特性等。针对这些特征，设计有效的抗噪声技术和抗衰减技术，最终大大地提高了电力线的通信性能，实现高速、可靠、实时的长距离通信。

华为智能家居系统采用 **PLC-BUS + Wireless 无线解决方案**，基础电气智能控制保证实时、可靠、稳定，家用电器可直接通过无线便捷接入。具体来看，PLC-BUS 通过利用电源电力线作为通信传输载体，无需二次部署控制通信线路，电能到达的地方就能实现智能化通信，Wireless 无线协议则可以支持基于 ZigBee HA 和 WiFi 通信的消费类智能单品接入。双协议方案使得全屋智能通信既具备总线的稳定可靠性又兼顾无线的灵活部署能力，且智能家居系统在不同阶段可自由扩展，无需管线路由的重新部署，目前 PLC 核心技术芯片与协议标准在国内均能实现自主可控。

图表1：海思 PLC-IoT 方案



资料来源：海思官网，华泰研究

■ 东软载波

青岛东软载波科技股份有限公司（股票代码：300183）成立于1993年，2011年上市，自成立起一直致力于低压电力线载波通信技术的研发，东软载波所自主研发的系列电力线载波通信产品广泛应用于国家智能电网行业，销售区域遍及全国34个省市及自治区。

上海东软载波微电子有限公司（上海微电子）完成新一代G3-PLC双模和Wi-SUN射频芯片的量产和多核MPU边缘计算芯片的测试。2021年，针对8位微控制器市场激烈的竞争格局，完成2款芯片的应用系统量产导入，聚焦在小家电主控和白色家电人机交互应用领域，全面进入国内主要家电厂商供应链，新8

位 MCU 产品在海尔等客户的产品中已经被批量使用，涉及的产品包括洗衣机、冰箱、热水器、微波炉、咖啡机等，其高性价比和稳定性已经获得客户认可；完成了 3 款 32 位微控制器产品的工艺升级优化和应用系统量产导入，推出了性价比更高的产品并量产销售，保持了在相关领域的领先优势，推动了 32 位微控制器产品导入相关领域，已经完成多款洗衣机和冰箱、电动自行车 BLDC 解决方案。

	2021 中报	2020 年报	2019 年报	2018 年报	2017 年报	2016 年报
营业收入	28,762.51	87,557.37	82,813.35	101,330.14	91,344.42	98,390.90
低压电力线载波通信产品	15,156.26	60,291.18	57,302.93	75,979.66	75,313.21	87,944.81
集成电路	12,209.59	21,457.88	21,190.30	21,059.41	10,611.67	5,801.90
系统集成及IT咨询服务	1,056.10	5,075.10	3,936.41	3,474.17	4,250.69	3,754.28
应用软件	271.90	710.58	306.80	793.17	1,155.59	883.91
其他	68.66	22.63	--	--	--	--
系统集成及IT咨询服务收入	--	--	--	--	--	--
合计	28,762.51	87,557.37	82,736.45	101,306.40	91,331.15	98,384.91
毛利率(%)	44.91	49.82	50.92	50.23	56.00	63.66
低压电力线载波通信产品(%)	44.95	56.68	57.76	54.34	60.92	65.37
集成电路(%)	43.95	32.58	32.31	35.80	26.11	43.97
系统集成及IT咨询服务(%)	37.47	33.99	46.73	36.13	31.65	45.54
应用软件(%)	100.00	100.00	--	--	--	100.00
其他(%)	100.00	97.98	--	--	--	--
系统集成及IT咨询服务收入(%)	--	--	--	--	--	--
合计(%)	44.91	49.82	50.69	49.83	55.44	63.66
收入构成						
低压电力线载波通信产品(%)	52.69	68.86	69.26	75.00	82.46	89.39
集成电路(%)	42.45	24.51	25.61	20.79	11.62	5.90
系统集成及IT咨询服务(%)	3.67	5.80	4.76	3.43	4.65	3.82
应用软件(%)	0.95	0.81	0.37	0.78	1.27	0.90
其他(%)	0.24	0.03	--	--	--	--
系统集成及IT咨询服务收入(%)	--	--	--	--	--	--
合计(%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

目前，公司的市值为 65.74 亿。

■ 力合微

力合微成立于 2002 年，是一家物联网通信 Fabless 集成电路芯片设计企业，作为物联网通信芯片公司，在正交频分复用 (OFDM) 多载波数字通信技术、相关信号处理算法技术、接收机架构、低功耗芯片设计、Mesh 网络等关键技术领域具备优势，在电力线通信 (PLC) 芯片领域及物联网应用市场打造龙头企业地位。2004 年，公司第一款电力线载波芯片研发成功，2010 年正式进入智能电网市场，并在次年形成爆

发式增长。2014年，公司整体变更为力合微股份有限公司，注册资本1亿元。2016年，公司正式进入物联网应用领域，在智能电网、智慧城市、高铁能效管理、综合能效管理、智能照明、智能家电等物联网领域，不断发展壮大提高业务规模和市场地位。2018年第四季度，公司高速电力线载波通信模块在国家电网范围内开始招标及批量供货。2020年7月，公司正式在上交所科创板上市。

公司主要产品包括6款物联网通信芯片、基于公司自研芯片的电网和物联网通信系列模块、与主营业务相关的10款电网和高铁用电管理的终端以及3款行业应用系统软件。

针对工业及消费类物联网市场，公司为下游众多客户提供芯片和基于公司芯片的模块、整机以及系统方案。报告期内，公司销售模式均为直销模式。

	2021 三季度报	2020 年报	2019 年报	2018 年报	2017 年报	2016 年报
利润表摘要						
营业总收入	19,964.49	21,562.73	27,676.06	18,816.65	13,496.04	11,264.37
营业总收入同比增长率(%)	36.53	-22.09	47.08	39.42	19.81	--
营业收入	19,964.49	21,562.73	27,676.06	18,816.65	13,496.04	11,264.37
营业收入同比增长率(%)	36.53	-22.09	47.08	39.42	19.81	--
营业总成本	18,946.53	19,856.82	23,013.39	16,843.29	12,016.03	10,634.11
营业利润	1,801.28	2,644.16	4,644.90	2,528.29	1,425.81	82.06
营业利润同比增长率(%)	79.09	-43.07	83.72	77.32	1,637.60	--
利润总额	1,795.28	2,645.02	4,654.28	2,532.92	1,437.09	963.05
净利润	1,735.17	2,782.05	4,345.61	2,298.11	1,344.09	840.13
归属母公司股东的净利润	1,735.17	2,782.05	4,345.61	2,298.11	1,344.09	840.13
归属母公司股东的净利润同比增长	116.61	-35.98	89.09	70.98	59.99	--
扣除非经常性损益后的归属母公司	783.49	2,096.70	3,694.39	1,597.02	1,085.99	243.03
扣除非经常性损益后的归属母公司	275.42	-43.25	131.33	47.06	346.85	--
非经常性损益	951.67	685.35	651.23	701.09	258.10	597.10
研发费用	3,931.79	4,597.67	4,272.14	3,574.15	3,406.87	3,040.97
销售毛利率(%)	43.95	49.87	48.36	48.17	58.54	59.69
销售净利率(%)	8.69	12.90	15.70	12.21	9.96	7.46

目前，力合微的市值为48.06亿。

■ 鼎信通讯

青岛鼎信通讯股份有限公司,2008年成立,2016年10月在上海证交所挂牌上市(股票代码603421),在电网中低压配用电领域耕耘多年,对低压配电网、中压配电网业务场景和应用具有深入的理解;从基础的电力物联网通信业务,到广泛分布的配用电网感知设备,再到电力物联网业务处理信息枢纽,以及电力物联

网云端业务，都有针对性的解决方案及产品；不仅从事配电网运行状态监测及信息采集业务，还开展了配电网运行控制及运行质量治理等业务；公司丰富的产品组合及解决方案，可以为客户配用电业务提供系统性解决方案。

鼎信建立了青岛、上海、西安三大芯片研发中心，团队总人数约 200 人，成员全部具有本科以上学历，其中博士后 1 名、博士 3 人，硕士 50 余人，985/211 占比超过 80%；下设算法与数字设计、模拟与版图部、芯片验证部、量产应用、平台研发 5 个二级部门，涵盖设计、验证、测试、应用研发等芯片和产品设计全流程，具有从客户需求—芯片设计—应用产品孵化的技术能力和完善的研发体系。

主营产品/服务	营业收入(万元)	营业收入占比	营业成本(万元)	营业成本占比	毛利率
其他	72,035.66	34.27%	32,483.26	28.75%	54.91%
电能表	50,597.07	24.07%	34,299.40	30.36%	32.21%
载波模块(含芯片)	41,842.55	19.91%	20,955.85	18.55%	49.92%
采集终端设备	26,771.53	12.74%	14,448.68	12.79%	46.03%
劳务	11,050.73	5.26%	5,488.56	4.86%	50.33%
其他业务	7,873.39	3.75%	5,301.98	4.69%	32.66%

目前，企业市值 46.63 亿元。

■ 物奇微

物奇微电子成立于 2016 年，是一家专注于物联网通讯、安全、终端智能市场的半导体芯片公司，为物联网和人工智能领域提供技术领先且高性能的芯片产品，业务涵盖 TWS 蓝牙、人工智能、Wi-Fi 以及电力线载波芯片和解决方案。2018 年 11 月，物奇微电子获得了光大、中关村大河资本、重庆临空投资的 A 轮融资；2020 年 2 月，物奇微电子再次获得了南方工业、润科资本等著名投资机构的 B 轮融资。2021 年获得哈勃战率投资，2022 年获得湖南高新投、中芯聚源等战略投资，目前投后估值 32.2 亿元。

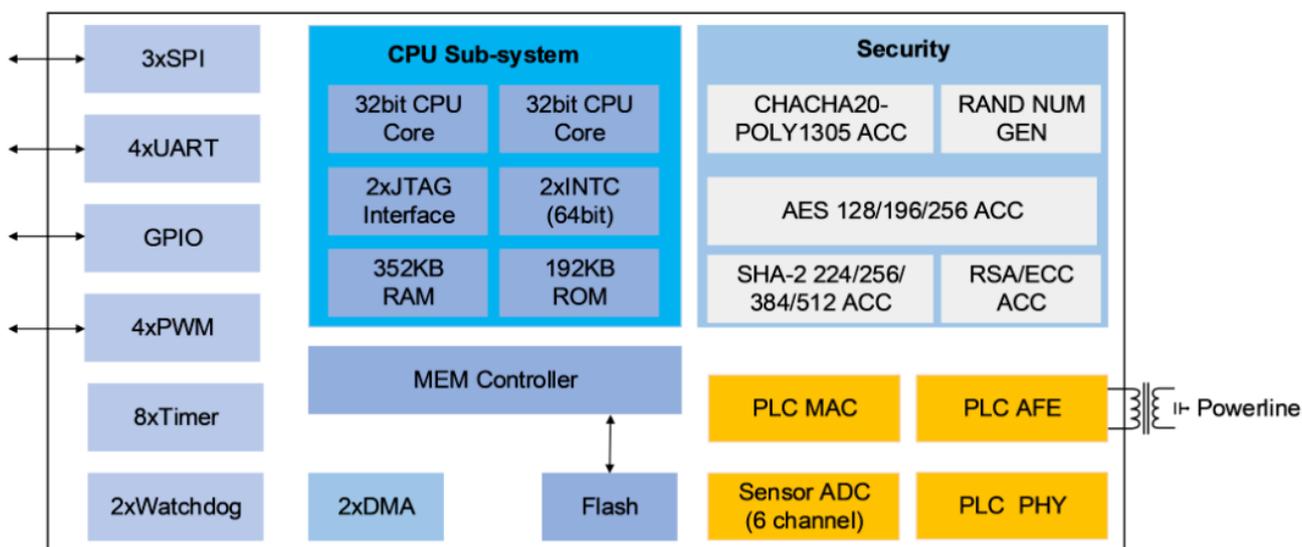
公司从事的主要业务包括电力线载波和智能电网、终端人脸识别和语音识别、蓝牙和 Wi-Fi 等相关芯片产品，分别在重庆、上海、深圳和美国设有研发中心。值得一提的是，公司汇集了曾在国际知名半导体公司任职多年的核心高管和研发人员，在通信、半导体、电子等领域具有深厚的技术经验。基于此，物奇微电子仅用了一年的时间就量产了第一颗电力物联网的载波芯片，是国内首家 RISC-V 芯片量产的厂商，出货达百

万颗。

根据公开信息，物奇创始人为 CEO 郑建生 美国 Vanderbilt 大学博士，原高通全球高级副总裁，CTO 林豪 清华大学硕士，原乐鑫信息联合创始人，近 20 年展讯、Atheros 半导体公司从业经验。截止 2021 年 9 月 30 日，物奇微现有员工 281 人，设有研发相关部门：模拟部、软件部及数字部；设有管理相关部门：总裁办、财务部、行政人事部、芯片运营部；设有销售相关部门：市场销售部；另外设有 PLC 事业部。公司员工主要系研发相关部门人员，研发人员占总人员的 80% 左右。物奇微的研发、管理团队较为稳定。

目前，物奇微的产品包括 wifi、BLE、PLC 等芯片及模组。根据公开信息，物奇微 2020 年、2021 年 1-9 月的营业收入及利润分别为 1.9 亿元、亏损 5920 万元、营收 1.19 亿元，亏损 6628 万元；

2016 年物奇成立之初就把研发的第一颗芯片瞄准宽带电力载波通信，组建了世界一流的芯片研发团队，仅用一年多时间就成功研发出首颗高性能宽带电力载波通信芯片 WQ3011。



▲ WQ3011芯片产品框图

WQ3011 是国内首颗基于 RISC-V 开源架构研发并率先量产的宽带电力载波通信芯片，采用最新 OFDM 技术，支持国家电网/南方电网最新的通信规约，并兼容主流国际标准；工作在 0.1MHz-30MHz 频段，可以实现现在现有电力线上的数据传输，具有传输速率快，抗干扰能力强，组网迅速等特点。更为关键的是，这颗芯片单芯片整合度业内领先，高度集合使得外围元器件大幅度减少，传输速度更快，良品率和方案性价比更

高；此外还突破性地整合了 PLC 电力线宽带载波通信、国际/中国国密安全、能源计量、MCU 主控四大功能，是全球首个四合一单芯片方案，性能强劲，功能丰富，应用多元。

这颗芯片在 2017 年底一经发布，就凭借着强劲的性能和现场组网稳定性，短时间实现出货近百万颗。随着物联网的深度发展，宽带电力载波通信应用也在不断拓宽新的场景，物奇 WQ3011 宽带电力载波芯片从最初智能电网集抄应用，发展到为物联网智能家居、智慧路灯、建筑能耗管理、智能光伏等多个场景提供便捷的通信传输，实现稳定接入和自动化控制。

另外随着国家大力推行“双碳”目标以及加快新能源建设，节能和发展可再生能源成为重要举措。相关领域的行业客户用物奇的宽带电力线载波芯片设计出了多个成熟的能源解决方案。例如在智能建筑能耗管理项目中，我们的客户通过电力线通信将所有用电设备的能耗信息采集回来，实现能耗智能化管理和控制；在光伏发电领域，物奇的客户通过软硬件配合为每块电池板配置了最大功率跟踪技术（MPPT）和关断控制器件（RSD），增加了光伏电站安全系数，同时极大提升电站的发电效率，直接大幅度提高了新能源利用效率。

■ 联芯通

联芯通于 2020 年 10 月在杭州钱塘新区创立，是一家长距离、大规模、自动组网的物联网通信芯片与软件设计公司，为智能能源、智能城市、智能住宅、智能传感市场应用提供了高可靠、低成本、低功耗的无线 Wi-SUN、高中低速有线 PLC 与无线有线融合双模通信方案，目标成为广域大规模物联网通讯芯片与组网软件解决方案的领航者。

联芯通为全球客户提供最先进的有线和无线技术。**其产品线包括电力线通信（PLC）、无线通讯（RF）和融合双模解决方案。**公司的优秀团队已成功开发 Wi-SUN（IEEE802.15.4g/x），Homeplug AV 和 GreenPHY PLC（IEEE1901），HPLC（IEEE1901.1）和 G3-PLC（IEEE1901.2）认证的组网平台，可提供高性能和强大的连接性。其中具有汽车级质量的 Homeplug GreenPHY 芯片已成功应用于电动汽车充电标准 ISO15118-3 的 V2G 通信，以及公司 Wi-SUN 双模芯片技术位居世界领先。

联芯通通过其先进的产品为客户的 IIoT 应用提供强大的支持。目前，其技术已成功应用于智能计量，智能公用事业，智能能源，智能城市和电动汽车充电系统等领域。公司还致力于工业级安全、室内定位技术、电池供电网络、时间敏感网络等先进技术的开拓，以实现更多 IIoT 应用。

公司研发团队具有丰富的通信芯片设计经验及类比技术能力，团队成员均来自业界知名 IC 设计公司（如联发科技、高通科技、晨星等），且在通信和网络 IC 设计方面拥有 20 多年的经验。

2021 年完成 B 轮融资，获得小企业发展基金泰达科技与厦门达泰芯石创业投资合伙企业投资，总计融资金额达 5903 万元。

五、 PLC 行业的应用和 market 发展前景

智能电网建设推动 PLC 产品需求，整体市场保持稳定增长状态。2018 年开始，国家电网下属 27 个省市的 25 个省市，分别在每年下半年进行 HPLC 模块招标，个别省市根据自身情况进行两批次招标。HPLC 单元主芯片的芯片设计厂商可以直接参与模块及整机招投标，也可以授权模块厂商进行招投标。2019 年国网招标数据显示，国家电网智能电表、集中器、采集器、专变采集终端合计招标金额达 160 亿元，同比增长 31.15%。2020 年国网发布招标信息，电能表类招标合计两次，分别是 5 月 11 日和 10 月 12 日。由于电表是电力泛在物联网最底层和最大量的终端，新一轮智能电表更换与升级正在启动，并且伴随着智能电表大量进入轮换期，未来三到四年招标量维持向上的过程。**2021 年 3 月，国家电网发布双模通信互联互通技术规范的企业标准，电力线-射频无线双模通信的技术演进正式开始。**

智能电能表的更换周期平均为 6 年，电力线载波通信产品市场将处于稳定增长的状态。

PLC 市场能否爆发，取决于智能家居的 market 增速及规模。随着 IEEE P1901 和 ITU G.HN 标准的日趋成熟，越来越多厂商的参与，技术的不断进步，homeplug 芯片和 G.hn 芯片均已实现大规模量产，凭借超快速率和兼容统一性，基于现有的 market 需求，能够支持高清电视 HDTV 和标清电视 SDTV 网络语音电话 VoIP 业务和高速网络数据通信如互联网服务、游戏等，真正实现基于电力线的宽带通信。在未来，基于

IEEE P1901 和 ITU G.HN 标准的宽带 PLC 产品将有望在智能家居领域发挥重要作用。

智能家居以单品智能化(后装)作为开端，因此现阶段无线连接技术在智能家居场景占据主导，随着智能家居前装化趋势推进，有线连接技术占比有望逐步提升。PLC 产品在智能家居领域应用非常广泛，如：窄带高速产品可以对白色家用电器和其他设备进行控制、调节和监测，比如微波炉、空调、热水器、电冰箱、洗衣机、灯光、电动窗帘、防盗报警器、自动门、烟雾探测器、有害气体检测装置、温度和湿度控制器、风量调节器、各种手动的开关和遥控器等；电力线宽带产品可以为黑色家电和其它音视频设备之间提供便捷的信息交换通道，如：台式计算机、笔记本电脑、高清电视、音响、录/摄像机、VCD/DVD、蓝光机、IPTV 机顶盒和数码相机等，实现高速信息交换与控制；通过对外接口，实现远程控制和信息交换，如：固网宽带接口或无线通信方式等，电力线宽带产品还可利用电力线实现对门禁系统、摄像机等安防系统进行控制，实现家庭安防的远程和本地交互控制。

从智能家居发展阶段来看，智能家居的发展始于单品智能化，而对于后装产品而言，无线连接技术配置及维护的成本较低，因此无线连接技术在智能家居中的应用比例较高。目前 PLC 模组的普遍价格在 50 元以上，相对的，ZigBee 模组在一元美金左右，而蓝牙模组甚至能到 1 元人民币的价格区间。根据头豹研究院的数据显示，截至 2018 年，中国智能家居市场无线技术和有线技术的市场占比分别为 61%和 39%。展望未来，我国智能家居市场将继续以无线技术作为主要连接技术，而有线技术因其更强的抗干扰能力和更高的传输速度，将会在部分应用(如智能灯光驱动器等)和场景中作为补充。随着 PLC 技术在上述领域的推广及规模效应带来的降价，电力线载波通信芯片及相关产品的市场容量将难以估量。