

## 如何为智能电表选择适合的 PLC 调制解调器方案？

近年来，在绿色节能意识的推动下，以智能电表为核心的智能电网成为欧美日中等诸多国家竞相发展的一个重点领域。如欧盟委员会强制要求 2022 年前所有欧盟成员国的电表都替换为智能仪表。美国也计划在每个家庭都安装智能仪表。中国也在 2009 年 5 月开始提出构建坚强智能电网的构想，准备投资高达 4 万亿元，计划经历当前的试点和 2011 年开始的全面建设等阶段后，到 2020 年基本实现构想。在此推动下，电网技术面临着一场重要的革命，而不只是简单的技术演进。

传统电网	新的“智能电网”
单向通信	双向实时通信
不提供实时反馈	遍设监视器和传感器
封闭/专有/分散化	开放/标准化/集成
手工操作	自动→自排除故障→自监控
被动型消费	主动型消费
易受冲击	高度安全 - 端到端保护
集中发电	集中及分散式发电

表 1：传统电网与新的智能电网之间的简单对比

在智能电网中，智能电表发挥关键的作用，可以使用户与电力系统之间实现互动。如一方面帮助电力机构精确了解用户的用电规律，为高峰用电或低谷用电设定差异化的电价；另一方面，用户也可以合理调整自己的用电计划，从而优化电费支出。从功能模块来看，智能电表除了电源和计量模块外，还涉及到数据存储功能，需采用安全可靠的存储器；此外，双向实时通信是智能电网的重要特征，故通信模块至关重要，需要选择适合的通信方式及相应的最佳解决方案。

实际上，智能电网是一个庞大系统，涉及电力、通信及应用等多个层次，以及局域网(LAN)和广域网(WAN)等不同网络类型。其中，LAN 连接家庭或建筑物内的不同类型的智能电表到数据集中器(concentrator)。就这一段网络连接而言，通常它们对通信速率的要求不高，最主要的考虑因素是降低成本，常见的通信方式有无线射频网络，或有线的电力线载波(PLC)或电力线宽带(BPL)等。具体采用何种通信方式，需要考虑各国电网实际状况等因素，同时先行先试国家的做法也会提供借鉴意义。



图 1：法国 EDF 旗下公司法国配电公司(ERDF)的 Linky 项目简略示意图

例如，在欧洲能源市场有重要影响力的法国电力(Electricité de France, EDF)于 2009 年中启动了当前世界上最大的智能电表项目 Linky，计划到 2017 年在法国部署 3,500 万个智能电表。这个项目为智能电表到数据集中器之间的通信选择了 PLC 技术，然后再利用通用分组无线业务(GPRS)技术将数据传送到该公司的数据中心。考虑到中国的智能电网仍在试点阶段，法国 ERDF 的选择对中国等其他国家也具有借鉴意义。

### PLC 调制技术的选择

虽然 PLC 技术提供了一种低成本的选择，但电力线的初衷并不是用于通信，故在应用 PLC 通信时也面临一些挑战。特别是设计人员需要密切注意会出现的信号衰减和噪声问题，反之也要求复杂的收发器技术。

为了抑制由噪声导致的信号衰减，降低误码率，并改善频率效率，有必要利用适合的信号调制技术。实际上，电力机构在部署智能电表抄表系统时，有多种不同的调制方式，但主要的有三种，分别是正交频分复用(OFDM)、相移键控(PSK)和扩频型频移键控(S-FSK)。

OFDM 的理论带宽较高，但实际上在低压网络中的噪声条件下会损失很大一部分的带宽，而且 OFDM 的应用成本较高，工作时还消耗可观的电能。PSK 调制技术的应用成本很低，但不是特别可靠，性能会受到相位噪声影响，而且无法充分覆盖较长距离。相比较而言，虽然 S-FSK 的数据率比 OFDM 低，但更胜任智能电表应用。这种调制技术能实现可靠的通信，同时应用成本更低，消耗的电能也更少。因此，就当前的智能电网 PLC 应用而言，复杂度低、商用潜力更大及有可靠现场应用记录的 S-FSK 调制技术无疑是更适合的选择。

实际上，法国 ERDF 的 Linky 项目规范中，物理层参考规范是 IEC61334-5-1/EN50065，其中规定的调制技术就是 S-FSK，通信频率为标记频率(mark frequency,  $F_m$ ) 63.3 kHz 和空频(space frequency,  $F_s$ ) 74 kHz，传输速率 2.4 Kbps，并与 50 Hz 电气网络频率物理同步。

### 安森美半导体 PLC 调制解调器的应用优势

安森美半导体在开发 PLC 调制解调器方面拥有较长的历史。速率 1.2 kb 的 AMIS-30585 为早前推出，最初开发时就符合 IEC 61334 标准(SFSK 规范)，迄今已历经 8 年的现场应用检验。新近推出的 AMIS-49587 是一款高集成度、符合标准的低功率 PLC 方案，支持 PLC 现场部署要求的 4 种不同模式，如 NO\_CONFIG、MASTER(集中器)、SLAVE(电表)和 SPY(给测试人员的原始数据)，非常适合智能电表以及智能街灯和智能插座等应用。与 AMIS-30585 相比，AMIS-49587 支持 2.4 kb 的更高半双工可调节通信速率，符合诸如 ERDF 规范这样的市场新要求，目前已经获得法国原设备制造商(OEM)的先期使用，在中国也已获得数家领先电表客户的选用。两款器件引脚对引脚兼容，为客户提供了更大的设计便利。

AMIS-49587 符合 IEC61334-5-1 标准，为客户提供众多应用优势。例如，这器件基于 ARM7TDMI 处理器内核，同时包含物理接口收发器(PHY)和媒体访问控制器(MAC)层，使其以单芯片方案结合了模拟调制解调器前端和数字后处理功能，而大多数竞争方案需要复杂的嵌入式软件来执行与 AMIS-49587 相同的功能。设计人员使用 AMIS-49587 调制解调器，可以简化设计，能在不到一个季度的时间内开发出全套互操作 PLC 方案，还降低开发及应用成本。实际上，基于 AMIS-49587 的调制解调器方案中仅使用 2 颗 IC(另一颗为 NCS5650 2 A PLC 线路驱动器)，外加 16 颗电阻、17 颗电容、2 个二极管、1 个晶体和 1 个脉冲变压器，总元件数量仅为 39 个，提供低物料单(BOM)成本。

此外，AMIS-49587 采用 S-FSK 调制技术，结合高分辨率的滤波算法，配以自动可信值/中继器 (repeater) 功能，提供基于长距离电力线的高可靠性数据通信。通信误差比其它可选及现有方案更低。这器件藉板载低抖动锁相环(PLL)与交流主电源(mains)信号同步。由于包含 16 位分辨率的模拟前端，使器件具有极优的噪声免疫性和极高的接收灵敏度。

AMIS-49587 的易用性也很突出。由于内嵌协议处理功能，使设计人员无需涉及 PHY 和 MAC 协定传输细节问题，节省多达 50% 的软件开发耗费，从而加快上市时间，降低总成本。这器件藉串行接口直接连接至用户主微控制器(MCU)。AMIS-49587 同时兼容于单相和多相电表，满足客户不同需求。此外，其能耗也比基于数字信号处理器(DSP)的方案更低，非常适合智能电表至集中器的 PLC 通信应用。为了帮助设计人员加快开发进程，安森美半导体还提供评估套件 AMIS49587EVK，方便用户开发。这套件内含 2 个 PLC 调制解调器，用于在客户端与服务器端之间配置通信；还包含开源图形用户界面，用于配置端到端通信。

### 安森美半导体为智能电表应用提供完整方案

与普通电表相比，智能电表无疑是更为复杂的系统。而安森美半导体为智能电表应用提供完整的解决方案，除了上述用于通信应用的 PLC 调制解调器和线路驱动器方案外，还提供用于电源管理、测量和存储等关键功能的解决方案。如在电源管理模块，可以应用安森美半导体的 NCP1014、NCP1015 等 AC-DC 转换器，LM2596、NCP3063 和 CS51411 等 DC-DC 转换器，MC78L05、MC7805、CAT6217 和 CAT6219 等低压降(LDO)稳压器，以及 NTMFS4823 等中压及高压 FET。此外，在智能电表应用中，也可采用安森美半导体系列 EEPROM、SDRM 等存储器，以及 ESD/TVS、SIM 卡接口、逻辑、USB 保护、监控、I/O 扩展、时钟和温度传感器等。

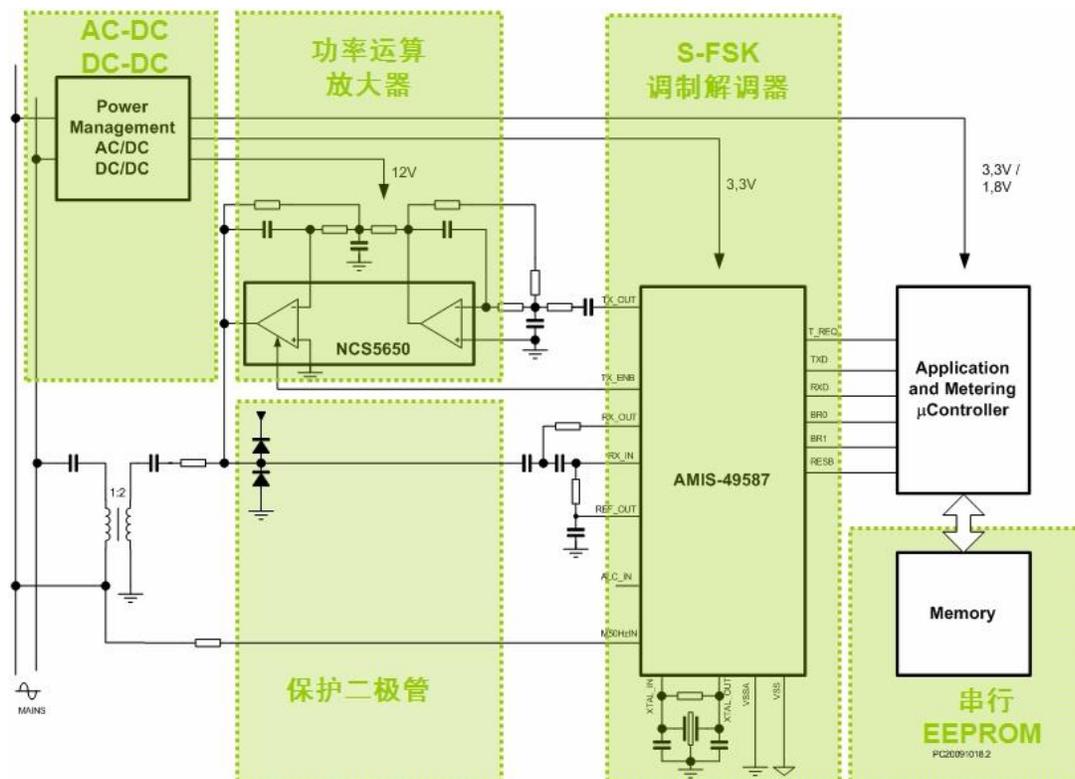


图 2：安森美半导体应用于智能电表的解决方案

### 总结：

在方兴未艾的智能电网应用中，智能电表发挥关键作用。设计人员需要为智能电表与数据集中器之间的通信选择适合的通信方式，而 PLC 已经成为业界先导公司及先期试验项目的选择，颇具示范及借鉴意义。设计人员需要为 PLC 通信选择调制解调器方案。安森美半导体用于 PLC 的调制解调器产品符合标准及客户规范，并提供众多应用优势，如简化设计、降低成本、降低耗电、提供可靠通信及加快上市进程等。安森美半导体更为智能电表应用提供包括电源/电源管理及保护、通信、测量和存储等关键功能的完整解决方案，方便客户的选择，帮助他们降低采购成本及加快产品上市。

### 相关资料：

- 1、《电力线载波(PLC)技术及解决方案》网上广播 PPT 资料，安森美半导体
- 2、《智能电网》演讲资料，Laurent Jenck，2010 年 5 月，安森美半导体
- 3、AMIS-49587 数据手册，[www.onsemi.cn/pub/Collateral/AMIS-49587-D.PDF](http://www.onsemi.cn/pub/Collateral/AMIS-49587-D.PDF)，安森美半导体
- 4、AMIS-30585 数据手册，[www.onsemi.cn/pub/Collateral/AMIS-30586-D.PDF](http://www.onsemi.cn/pub/Collateral/AMIS-30586-D.PDF)，安森美半导体
- 5、PLC 调制解调器 AMIS-49587 图形用户界面，  
[www.onsemi.cn/pub\\_link/Collateral/AMIS49587%20GUI.ZIP](http://www.onsemi.cn/pub_link/Collateral/AMIS49587%20GUI.ZIP)