

## The Research of Power Protocol Interworking Transformed Using Intelligent EPON Optical Module \*

ZHAO Anxin<sup>1\*</sup>, LIAO Xiaoqun<sup>1</sup>, MA Li<sup>2</sup>

(1. Xi'an University of Science and Technology, Network Center, Xi'an 710054, China;

2. Xi'an University Of Science and Technology, Communication and Information Engineering College Xi'an 710054, China)

**Abstract:** For the fiber-to-the-home (FTTH) building, broadband penetration and family intelligent terminal network access needs, a wide variety of home terminal access broadband network, FTTH key issue needs to be addressed. We used the EPON (Ethernet Passive Optical Network) chip and the C language to design and implement the ONU (Optical Network Unit) optical modules to achieve the smart home terminal access. Taking an example of the grid communication protocol Q/GDW376.1 and DL/T645, QCA8829 chip was used to realize the interworking transformed between Q/GDW376.1 and DL/T645. Through the application of the module, a high-speed information acquisition and terminal access can be realized.

**Key words:** Ethernet Passive Optical Network (EPON); intelligent terminal; Optical Network Unit (ONU); power grid communication protocol; smart access

EEACC:4125

doi:10.3969/j.issn.1005-9490.2013.04.003

## 协议互转化智能 EPON 光模块的研究 \*

赵安新<sup>1\*</sup>, 廖晓群<sup>1</sup>, 马莉<sup>2</sup>

(1. 西安科技大学网络中心, 西安 710054; 2. 西安科技大学通信与信息工程学院, 西安 710054)

**摘要:** 针对目前光纤到户、宽带普及以及家庭智能终端网络接入的需求, 各式各样的家庭终端如何接入宽带网络是需要解决的关键问题, 采用以太无源光网络 EPON (Ethernet Passive Optical Network) 智能芯片和 C 语言, 设计和实现了一款 ONU (Optical Network Unit, 光网络单元) 光模块实现家庭终端的智能接入。以电网通信协议 Q/GDW376.1、DL/T645 为例, 采用 QCA8829 芯片, 实现 DL/T645 和 Q/GDW376.1 互转换功能。通过该模块的应用, 可以实现终端的高速信息采集和接入。

**关键词:** 以太无源光网络; 智能终端; 光网络单元; 电网通信协议; 智能接入

中图分类号: TN602

文献标识码: A

文章编号: 1005-9490(2013)04-0443-04

随着宽带在中国的建设和智慧城市的实施, 国家电网在十二五规划中把智能电网列为重点, 计划十二五期间进入全面建设阶段, 发展光纤到户 FTTH (Fiber To the Home), 逐步实现家用电器联网应用<sup>[1-3]</sup>。作为光纤传输网络的一种技术无源光网络 PON (Passive Optical Network) 的由来已久, 该技术具有节省光纤资源、网络协议透明等优势, 在光接入网中扮演着重要的角色<sup>[4-5]</sup>。同时, 以太网 (Ethernet) 技术以其简便实用, 成为承载 IP 数据包的最佳载体。随着 IP 业务干线传输中所占的比例不断攀升, 以太网也在通过传输速率、可管理性等方面的改进, 逐渐

向接入、城域甚至骨干网上渗透。而以太网与 PON 的结合, 便产生了以太网无源光网络 EPON (Ethernet Passive Optical Network)。具备了以太网和 PON 的优点, 正成为光接入网领域中的热门技术<sup>[6-7]</sup>。本文根据网络接入的需求, 采用 EPON 芯片, 开发智能光网络单元 ONU (Optical Network Unit), 实现智能家电网接入模块。在文中以国家电网实施智能电网为例, 实现 DL/T645 《多功能电能表通信协议》和 Q/GDW376.1 《主站与采集终端通信协议》互转化功能, 使得无需更换电能表, 在电能表上加装智能模块即可实现终端的网络接入。

项目来源: 电子信息产业发展基金招标项目 (XDJ2-0514-27); 西安科技大学培育基金 (200830)

收稿日期: 2013-01-19 修改日期: 2013-02-26

# 1 智能 EPON 光模块的设计及选型

## 1.1 智能 EPON 光模块的需求分析

智能电表作为智能电网互动性良好的媒介及物联网终端的接入点,在智能电网建设中发挥着不可替代的作用,如何设计并实现负荷控制、网关和强大的通信功能,解决用户智能用电费控及负控到户,与电力用户实时互动,解决配电侧网配侧信息采集系统全采集,全覆盖,并使远程集抄系统及家用电器上网的一大难题<sup>[8-9]</sup>。现行的 DL/T645《多功能电能表通信规约》(DL/T645 规约)已经实施将近 10 年,存在如耗费大量人力、对抄读上来的数据管理不便、对人为窃电应对迟缓等弊端,而 IC 卡电表也不能满足管理部门及时了解电网负荷情况的要求。因此,国网公司制定 Q/GDW 376.1—2009《电力用户用电信息采集系统》(Q/GDW 376.1 规约),为实现双向互动的要求,规范用电信息采集系统采集终端、通信协议等。而目前,大部分信息采集都是基于 DL/T645 通信规约,如果推广 Q/GDW 376.1 规约,需要大面积更换原有终端。所以,本文提出一种基于 EPON 技术的用电信息采集系统,实现 Q/GDW 376.1 规约与 DL/T645 规约之间的智能转换。

## 1.2 智能 EPON 光模块的流程设计

ONU 光通信模块是上位机程序通过 OLT 设备访问智能终端以及智能终端接入网络的关卡,由于每个智能终端的通信协议不一致,需要在 ONU 光通信模块中内置协议转换程序使得双向数据帧的解析,数据帧格式的转换,包括 2 种协议数据帧之间的映射,以及相关数据字段和数据项的转换,数据项标识的转换等。整个处理过程如图 1 所示,ONU 响应上位机建立连接和数据交互的请求;经过协议转换之后,对智能终端的建立连接和数据交互的请求。OLT 与 ONU 端通信通过 TCP/IP 网络通信协议,ONU 端与智能终端一般采用串口通信。

## 1.3 智能 EPON 光模块的技术选型

目前市面上 EPON 芯片比较多,我们根据课题需要和以后扩展,通过对比普然公司 OPL\_06750、

OPL\_06752 嵌入式芯片和 Qualcomm 公司 QCA8829 芯片,在综合考虑功耗、成本、性能以及尺寸等方面因素,选用 QCA8829 芯片作为主控芯片,该芯片具备的超低能耗,支持北美以太网开通有线电视数据服务接口 DPoE (DOCSIS<sup>®</sup> Provisioning of Ethernet) 1.0 规范、IEEE 802.3ah EPON 规范、国家电网 EPON 规范和中国电信 (CTC) EPON 规范。Flash 选择 Macronix 公司的 32 Mbits flash MX25L3205D,该芯片有 sop 封装和 pdip 封装。RS-232 收发器使用 sipex 生产的 SP385ECA,通信速度可达 120 kbit/s。电源芯片采用 MPS 公司的 MP1484 可将 4.75 V 到 23 V 的电压转换成为 3.3 V,输出电流可达 3 A,而板上需要的电流不会大于 2 A。看门狗芯片采用 Max706SESA 监控芯片,能够监控电源电压、微控制器工作状态、手动复位等功能。

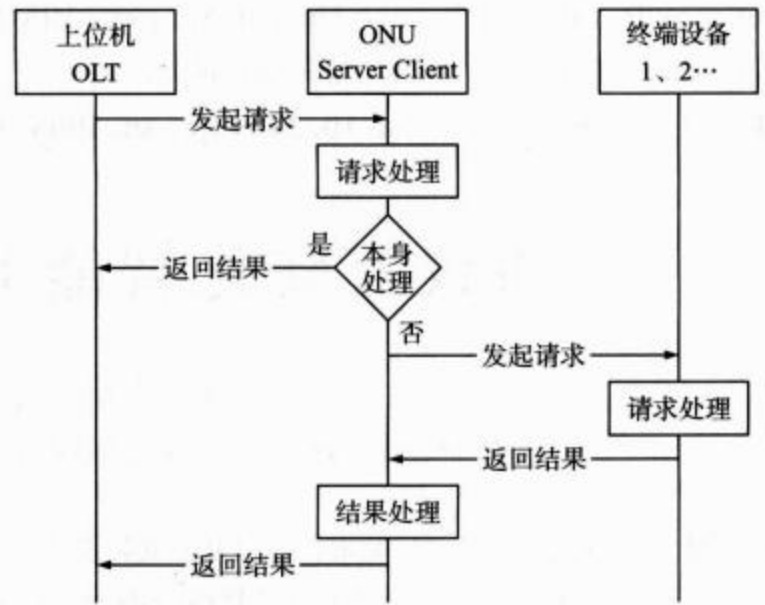


图 1 EPON 光模块处理流程

# 2 智能电能表 ONU 协议互转换设计与实现

## 2.1 协议互转换流程设计

设计目标是通过在现有支持 DL/T645 电能计费装置中添加规约转换的嵌入式模块,使得电能计费装置能应用于 Q/GDW 376.1 通信规约环境中,可以使电能计费装置与符合 Q/GDW 376.1 通信规约的基于 EPON 技术用电信息采集系统的通信,系统框图如图 2 所示。



图 2 协议互转化系统框图



ONU 实现的核心是在光网络单元(ONU)中完成 DL/T645 规约与 Q/GDW376.1 规约的相互转换。ONU 一方面作为主站,收集基于 DL/T645 规约用户电能表的信息;另一方面,又充当服务器,负责接收 Q/GDW 376.1 通信规约的数据信息,为光线路终端(OLT)提供服务。这两种规约具有不同的数据结构和信息模型。因此,下行要将 Q/GDW 376.1 规约的请求数据,按 DL/T645 规约定义的数据帧格式重新定义组合;并要将 DL/T645 规约上传的数据,按 Q/GDW 376.1 规约定义的数据帧格式重新定义组合。规约转换的主要工作,可分为 3 个部分:(1)规约的接收和解析, Q/GDW 376.1 规约报文通过以太网通信方式接收,然后解析出应用功能码 AFN、Fn 的值、数据单元等信息, DL/T645 规约报文通过串口通信方式接收,然后解析出被抄读电能表的真实数据。(2) DL/T645 规约和 Q/GDW 376.1 规约帧的重组和发送,根据 DL/T645 规约和 Q/GDW 376.1 规约中帧格式的定义,重组两规约的数据帧,并通过串口或以太网发送出去。(3)应用功能数据的映射与格式转化,将解析完成的电能表信息向相应的数据结构映射,并实现数据格式的转换。处理流程如下:自无源光网络通过 TCP/IP 通信方式获取到符合 376.1 协议帧数据包,首先对其进行帧正确性判定处理(包括起始位 68H、长度 L、控制域 C、地址域 A、链路用户数据、校验和 CS、结束符 68H 判定)不正确则放弃此帧,正确则进行 376.1 协议帧链路用户数据域处理,判定数据应用类型,无法识别则回复否认帧,有对应类型则判定属于哪类应用类型,若需要向智能终端做请求,则判断应用类型是否与 645 协议对应,无对应类型则上发否认帧处理,有对应类型则按照请求类型组成符合 645 协议的数据帧,通过串口发送至电能表,之后电能表回复数据,获取到符合 645 协议的数据帧,首先进行 645 协议帧信息处理(包括起始位 68H、地址域 A、数据域 DATA、数据长度 L、校验和 CS、结束符 68H 判定)判断帧信息不正确则丢弃,正确若电表异常应答则上行回复否认帧,正常应答则对 645 数据帧数据域处理,判定是否有对应应用类型,无则丢弃不作处理,有则组成符合 376.1 帧格式数据帧上发送至 OLT,即完成一次数据协议转换的整个过程。

## 2.2 硬件基本组成

该部分主要由处理器芯片(QCA8829)、启动加载 Flash、RS-232 收发器、电源芯片、看门狗芯片等

几部分组成,组成如图 3 所示。UART(RS232)的任务是与电脑相连实现对系统、规约转换软件做控制和调试;SPI FLASH 是用来存储本设计所用操作系统和转换模块的应用程序;EJTAG 是对软硬件进行调试;Uart2 与电能表相连,完成向电能表发送 Q/GDW 376.1 规约转换符合 DL/T645 规约的数据帧和接收电能表发来的符合 DL/T645 规约的数据帧,实现 ONU 与电能表的通信;SFF Optical Module 是本系统的光收发接口,完成接收 OLT 发来符合 Q/GDW 376.1 规约的数据帧和发送 DL/T645 规约转换的符合 Q/GDW 376.1 规约的数据帧,实现 ONU 与 OLT 之间的通信。

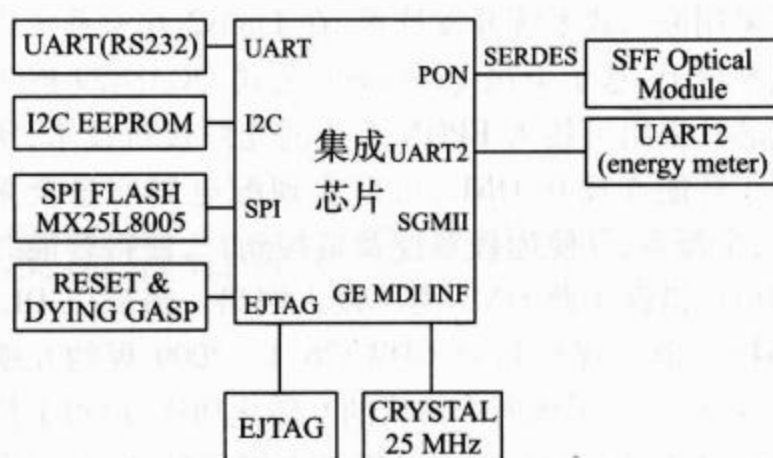


图3 硬件组成

## 2.3 测试环境及结果

在实验室环境搭建了整个光通路过程,系统测试环境如图 4 组成实验线路连接方式:网络线路连接局端 OLT 的 G6 口,单模光纤一端与 OLT 的 PON2 口连接,一端与无源分光器 IN1 口相连,另一条单模光纤从 OUT1 口连接,连接至光纤模块光纤接口,光纤模块与智能电能表以 5 V TTL 电平相连接,而且通过 DB9-USB 转换线与 PC 机连接,此时 PC 机可作为控制台平台,运用 SecureCRT 去操作光纤模块实验板系统以及使用国标 376.1 采集终端后台 v2.6.2 模拟 OLT 下发 376.1 协议数据包。

本设计主要针对 ONU 光模块重要性能指标功耗做了测试,使用 E3631 直流电源给实验板供 12 V 电压,电流值显示为 150 mA,计算功耗值约 1.8 W < 2 W。结果符合表 1 功耗要求,性能很好。ONU 光模块符合 YD/T 1475—2006 中 8 所涉及 ONU 的功能要求及基本传输性能要求,模块上行通信协议符合 Q/GDW 376.1—2009 及备案文件的相关要求,对表端的通信协议遵循 DL/T 645—2007 协议及其备案文件。模块远程通信采用 1 路 SC 接口,上行工作波长使用 1 260 nm ~ 1 360 nm,下行工作波长使用 1 480 nm ~ 1 500 nm,符合各项要求。

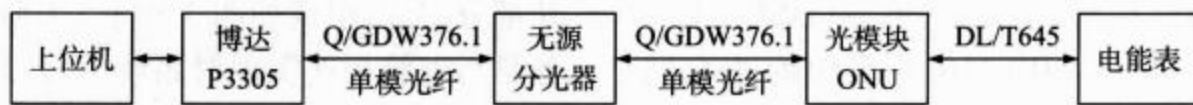


图4 系统测试环境

表1 功耗等级测试列表

功耗等级	I级	II级	III级
有功功耗/W	2	3	4
视在功耗/VA	10	12	15

### 3 结束语

针对我国光纤到户的建设,智能电网现状,提出了采用嵌入式系统开发技术,在 Linux2.6.x 系统内核平台上,基于美国 Qualcomm 公司 QCA8829 嵌入式芯片采用可接入 EPON 系统的光纤接口技术,实现了智能光模块 ONU,可以实现配电侧信息全采集,全覆盖,并使远程费控及负控到户,使得智能终端可以借助于此 ONU 模块接入网络。最后以 DL/T645—2007 规约和 Q/GDW376.1—2009 规约互换化为列,实现了该两个协议的互转化功能,使得上位机可以通过 EPON 网络采集电表侧信息,同时对电能表进行实时监测,互动。

### 参考文献:

- [1] 李祥珍,何清素,孙寄生. 智能配电网通信组网技术研究及应用[J]. 中国电力,2011,44(12):78-81.
- [2] 静恩波. 智能电网发展技术综述[J]. 低压电器,2010(6):14-18.
- [3] 陈树勇,宋书芳,李兰欣,等. 智能电网技术综述[J]. 电网技术,2009,33(8):1-7.
- [4] Bai H, Wang B, Wang D, et al. Active-Fault-Alarm Enabled Pre-Protection Scheme in 10G-EPON for Smart Power Grid[J]. Journal of China University of Posts and Telecommunications, 2012, 19(4):106-109.
- [5] 施婕,艾芊. 智能电网实现的若干关键技术问题研究[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(19):1-5.
- [6] 马韬韬,李珂,朱少华,等. 智能电网信息和通信技术关键问题探讨[J]. 电力自动化设备,2010,30(5):87-91.
- [7] Bhuyian M R R, Mostafa R, Khan M F, et al. Application of Smart Grid Techniques for Effective Control in a Mini-Grid System[C]// Dhaka, Bangladesh; 2012.
- [8] 张之哲,李兴源,程时杰. 智能电网统一信息系统的框架、功能和实现[J]. 中国电机工程学报,2010,30(34):1-7.
- [9] Jay D, Swarup K S. Dynamic Demand Response and Control in Smart Grid Environment[C]//Hyderabad, India; 2011.



赵安新(1981-),男,工程师,主要从事信息技术及多传感器数据融合的研究与应用,zhaoanxin@126.com。

