

# 基于塑料光纤的全光系统成套设备核心技术研究

续晓光, 杨晓朋, 李 雄, 崔志强, 常 颖

(河南省电力通信自动化公司, 河南 郑州 450052)

**摘要:** 提出采用塑料光纤接入技术实现室内 100 m 全光网络光纤到桌面的一种可行方案, 针对全光系统中的全塑料光口接入的 ONU 端口和全塑料光口的交换机两个部分进行了重点讨论与研究。该塑料全光系统相对石英光纤接续方便、便于敷设; 相对网线抗干扰性强, 成本较低, 具有较强的先进性和实用性。

**关键词:** 塑料光纤; 光纤至桌面; 全光网络; EPON

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)20-0062-03

## Key technology research on POF based all-optical networks

Xu Xiaoguang, Yang Xiaopeng, Li Xiong, Cui Zhiqiang, Chang Ying

(Henan Electric Power Communication & Automation Company, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** This study uses plastic optical fiber access technology to achieve all-optical network of the indoor 100 meters, the key points focus on the discussion and research for all-optical system in the following two parts: all-plastic optical port access ONU and all-plastic optical port switch. Compared to optical fiber, the plastic all-optical system is more convenient to be spliced and easier to be laid. Moreover, it has stronger anti-jamming capability and lower cost, which makes it more advanced and practical.

**Key words:** POF; FTTH; all-optical networks; EPON

在目前远距离、高速率、大容量的传输网络中, 具有高带宽、小衰耗优点的石英玻璃光纤是最为常用的光传输介质<sup>[1]</sup>。但是, 短距离光传输和光接入工程对光传输媒质有如下要求: 制造工艺简单、较好的耐弯曲及耐挤压特性、接续工艺及操作简单。这些恰恰是石英玻璃光纤的缺点, 再加上石英玻璃光纤对加工原料纯度有较高的要求, 使其难以在短距离光接入中广泛应用。

受技术水平和成本的限制, 目前的通信网络规划忽略了通信距离与传输带宽对传输介质的要求, 通常采用石英光纤作为传输媒介, 给短距离通信带来种种不便, 加大了施工成本和施工难度<sup>[2]</sup>。而布线方便、转接灵活、制造工艺简单的塑料光纤完全能够满足短距离通信对传输媒质的这些要求, 并且在通信质量达到较高要求的前提下, 极大地节省了成本。

### 1 塑料光纤概论

#### 1.1 塑料光纤的结构及工作原理

常见的塑料光纤剖面由内至外依次为: 塑芯、塑纤包层、塑纤保护层、塑纤外包皮, 其剖面结构示意图如图 1 所示。

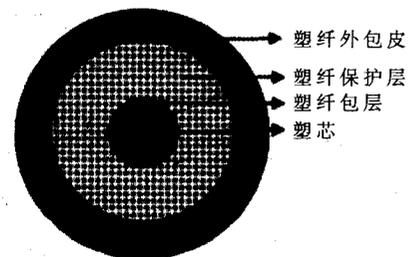


图 1 塑料光纤的结构示意图

由物理光学基本原理可知: 光从光密介质射向光疏介质时, 当入射角超过某一角度  $C$  (临界角) 时, 折射光完全消失, 只剩下反射光线的现象叫做全反射。发生全反射时, 光线及其所携带能量进入光密介质。光纤通信正是通过满足入射角以及光密介质、光疏介质的要求, 实现全反射, 将光信号从源端传输到宿端。塑料光纤由高、低折射率的两种透明聚合物构成, 其剖面结构示意图如图 1 所示。塑芯和包层材料须满足:

- (1) 两种材料应具有耐高温性和强韧性;
- (2) 满足  $n_{\text{芯}} - n_{\text{皮}} \geq 0.05$  的折射率条件, 保证全反射对入射角的要求;

《微型机与应用》2012 年第 31 卷 第 20 期



表 1 ONU 的各项技术参数

名称	ONU
协议	标准协议: IEEE 802.3ah、IEEE 802.3、IEEE 802.3u、IEEE 802.3x、IEEE 802.3z、IEEE802.1d、IEEE 802.1p、IEEE 802.1q、IEEE 802.1x、
接口	4 个 100 Mb/s 塑料光纤接口
工作波长	650 nm

提供高带宽通道。

2.2 POF-全光交换机

本解决方案实现 8 个塑料光口+1 个千兆上联的交换机,并具有 WEB 方式的网管,适合于室内或楼道的使用,该交换机能够连接基于 POF 的以太网设备,使在家庭或者办公场所的设备连接更加便捷高效,适合于接入信息点距离小于 100 m 的场所,提供 FTTH 和 FTTD 的解决方案。本方案解决了传统采用网线传输的汇聚问题,可实现 POF 网络的汇聚与交换,在国内具有技术领先性。POF-全光交换机的各项技术参数如表 2 所示。

表 2 POF-全光交换机的各项技术参数

名称	8 口快速以太网塑料光纤交换机
使用标准	IEEE 802.3u 快速以太网 IEEE 802.3x 全双工模式流量控制 符合 100base-FX 标准
接口	8×100 Mb/s 塑料光纤 OptoLock® 无连接器接口 千兆上联端口:1 个可热插拔的 1000Base-LX/SX SFP 光纤模块端口(可选配置,而且单模/多模模块可选) 双纤 50/125 μm 多模,波长 850 nm,550 m; 双纤 62.5/125 μm 多模,波长 850 nm,275 m; 双纤单模,波长 1310 nm 或 1550 nm,10/20/40/60 km
适用光纤	Φ2.2 mm 外径双芯塑料光缆
波长	650 nm
传输距离	≤100 m

基于塑料光纤的全光系统中成套设备核心技术的研究,在国内技术领先。目前塑料激光器核心组件需要进口,产品价格较贵,但该产品和技术非常适合国内电 (下转第 67 页)

(上接第 61 页)

改,然后发送数据包通知该节点修改参数。没有事件处理了,便询问数据采集事件。如果需要广播采集,便发送广播帧给所有终端节点;如果是单播采集,便单独发送一个数据包给目标节点,通知它采集数据;如果有接收到数据包,则将收集的数据进行操作和更新。没有事件处理了,便进行下一步,询问语音提示,如果有事件要处理,就执行语音提示服务,语音服务主要有节点加入提示、节点电池更换提示。接着询问是否有上位机通信事件发生,这里主要完成将数据上传给上位机和解析从上位机接收到的数据。当没有事件需要处理了,便进入下个轮询循环。

2.3 上位机软件界面

协调器可通过串口与上位机连接,将收集的节点采集数据和工作状态发送给上位机,在上位机的软件界面显示并且可随时将所测量值以文本格式进行存储以便后期跟踪记录、查询等。上位机软件界面如图 7 所示。

本文设计了一种低功耗的智能化自动喷水系统。管理者从串口软件界面上可以了解到各个监测区域的情况,并且可以通过串口软件提供的操作功能来管理网络中的节点。另外,协调器带有语音提示功能,可进一步帮助管理者有效管理网络。同时,该系统的功能还有很大的扩展空间,如 PH 值检测、温度检测、检测故障等功能,比较适合于绿化管理数字化建设的需求,具有较好的市场前景。

参考文献

[1] 包长春,石瑞珍,马玉泉,等.基于 ZigBee 技术的农业设施测控系统的设计[J].农业工程学报,2007,23(8):160-164.

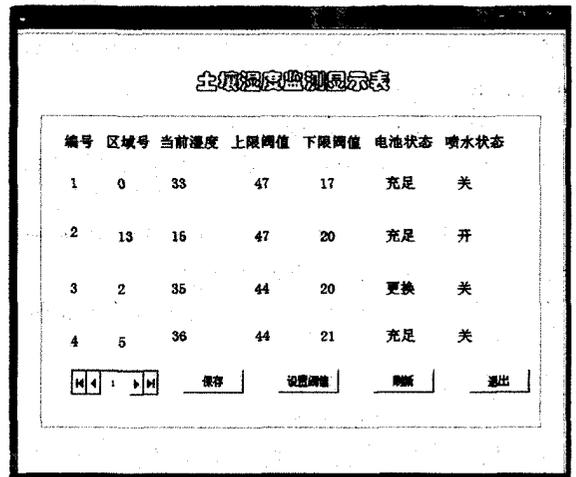


图 7 上位机软件界面

[2] 朱丽,吴华瑞,李辉.基于 ZigBee 技术的农用无线传感器网络体系架构研究[J].高技术通讯,2011,21(6):581-586.  
 [3] 高强,陈明.基于 ZigBee 协议的温室无线控制传感网络的构建[J].机床与液压,2008,36(7):199-203.  
 [4] SUNG T W, YANG C S. An adaptive joining mechanism for improving the connection ratio of ZigBee wireless sensor networks[J]. International Journal of Communication Systems, 2010, 23(2): 32-37.  
 [5] YEN L H, YSAI W T. The room shortage problem of tree-based ZigBee/IEEE 802.15.4 wireless networks[J]. Computer Communications, 2010, 32(4): 44-46.

(收稿日期:2012-06-17)

作者简介:

刘智,男,1988 年生,在读硕士研究生,主要研究方向:无线传感网络的应用。

《微型机与应用》2012 年 第 31 卷 第 20 期

每列是接收的秘密随机数。

(3) 计算结果

C1 从传送矩阵中得到第一列随机数 {4 456, 6 783, 5 672, 4 672, 5 623, 10 234}, 求出它们之和是 37 440。C1 公开把 37 440 发送给所有其他的 Cj(j ∈ [1, n], j ≠ i), 类似地, C2~C6 分别都公开发送自己得到的随机数之和。那么, 每个 Ci(i ∈ [1, n]) 得到的随机数之和为 {37 440, 38 333, 35 307, 27 269, 38 485, 26 854}, 得到它们之和是 203 688, 即是所有产品的销售总量, 其对应的二进制序列为 {110001101110101000}, 则 P1、P2、P3 对应的二进制分别为 {110001}、{101110} 和 {101000}。因此可知产品 P1、P2、P3 的销售总量分别为 49 万、46 万、40 万。

4 性能分析

性能分析主要从安全性和计算复杂度及通信复杂度来进行。

4.1 安全性分析

定理 1 如果参与评审的成员是半诚实的, 则上述协议是安全的。

(1) 公平性: n 方可以独立同时完成计算并知道结果。单个成员不与其他成员合作, 无法提前计算, 因此协议具有公平性。

(2) 保密性: 由于 n 方对数据先随机拆分, 再利用安全多方求和方法计算。每方只能接收到数据拆分后的一小部分, 无法得到整个数据, 因此数据具有完全保密性。

4.2 复杂度分析

(1) 计算复杂度

由于上述协议的计算复杂度是多精度运算的, 每方在准备阶段对数据随机划分进行了 n-1 次, 所以多精度减法就执行了 n-1 次, 在计算结果阶段计算接收到的所有数据之和, 多精度加法执行了 n-1 次, 此方案中多精度整数的比特位数为 mt(t = ⌊log2(n × M)⌋ + 1), 则每一方的

计算位复杂度为 O(nmlog2(n × M)), 总的计算位复杂度为 O(n²mlog2(n × M))。

(2) 通信复杂度

上述方案在发送数据和计算结果阶段各进行了 n(n-1) 次通信, 则通信复杂度为 O(n²), 而每个数据的长度不超过 m(⌊log2(n × M)⌋ + 1), 所以通信的位复杂度为 O(n²log2(n × M))。

本协议是一个新的安全多方计算协议的实际应用, 可以用于电子评审系统、统计学中的数据求和问题, 此外还可以用于计算学生的总(平均)成绩却不泄露自己的任何消息给其他学生。在本协议中, 若参与方的成员增多或数据值增大, 计算复杂度和通信复杂度也会增大, 但数据的保密性却更好。因此如何降低计算复杂度和通信复杂度还需进一步研究<sup>[5]</sup>。

参考文献

[1] ROSEN K H. Elementary number theory and its applications[M]. New York: Addition Wesley, 1984.
[2] 冯登国. 安全协议——理论与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.
[3] 曹天杰, 张永平, 汪楚娇. 安全协议[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2009.
[4] 仲红, 黄刘生, 罗永龙. 基于安全多方求和的多候选人电子选举方案[J]. 计算机研究与发展, 2006, 43(8): 1405-1410.
[5] 仲红, 黄刘生, 罗永龙. 一个实用的电子评审方案[J]. 小型微型计算机系统, 2007, 28(1): 178-181.

(收稿日期: 2012-06-22)

作者简介:

汤剑红, 女, 1987 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 安全协议验证。
高改芹, 女, 1987 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 多智能体系统的理论与技术。

(上接第 64 页)

力及专网行业。随着市场的普及, 光器件的逐渐国产化, 该设备的造价也会随之下降, 为该产品在国内乃至国外市场的应用奠定了基础, 并相信在未来的专网应用领域有很大的实用价值, 是通信网络最后 100 m 传输解决方案的优先选择, 在通信网络“三网合一”中发挥很大的作用。同时该系统也是光纤到桌面技术的最佳选择, 该技术的领先性必将成为“全光接入”网络发展的最佳选择之一。

参考文献

[1] 廖延彪. 光纤光学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
[2] 孙学康. 光纤通信技术[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.
[3] POLISHUK P. Excitement runs high at the first international

conference on POF technology and their application [J]. Fiber Optics, 1992(7): 14-17.

[4] 储九荣, 王学忠, 吴祥君. POF 在局域网中的应用[J]. 光纤与电缆及其应用技术, 2003(4): 39-41.
[5] 刘天山. 塑料光纤(POF)的发展及其应用[J]. 应用光学, 2004, 25(3): 5-8.

(收稿日期: 2012-06-19)

作者简介:

续晓光, 男, 1986 年生, 工学硕士, 主要研究方向: 移动通信、光通信。
杨晓朋, 男, 1977 年生, 高级工程师, 学士, 主要研究方向: IP 网络、ASP.NET WEB 工程、光通信。
李雄, 男, 1976 年生, 高级工程师, 学士, 主要研究方向: IP 网络、IPTV、光通信。

## 基于塑料光纤的全光系统成套设备核心技术研究

作者: [续晓光](#), [杨晓朋](#), [李雄](#), [崔志强](#), [常颖](#)  
作者单位: [河南省电力通信自动化公司, 河南郑州, 450052](#)  
刊名: [微型机与应用](#)  
英文刊名: [Microcomputer & Its Applications](#)  
年, 卷(期): 2012, 31(20)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wxjyyy201220025.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wxjyyy201220025.aspx)