

综 述

塑料光纤性能测试及应用

吴惠惠, 李荣玉, 陈秀锦

(上海交通大学“区域光纤通信网和新型光通信系统”国家重点实验室, 上海 200240)

[摘 要] 介绍了塑料光纤在高速度、短距离网络中的优势,并设计实验对 PMMA 塑料光纤的光谱损耗以及丢包率进行测试,被测塑料光纤在 650 nm 工作波长的损耗系数为 143 dB/km,且在 100 Mb/s 传输速度下,传输 60 m 无丢包现象,表明塑料光纤作为传输介质完全可以满足局域网的传输要求。在此结论基础上,提出网络解决方案,将塑料光纤应用于实验室 3TNet 试验网的最后一段以及教师办公室的局域网中。

[关键词] 塑料光纤;局域网;3TNet;聚甲基丙烯酸甲酯;传输性能

[中图分类号] TN818 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-1908(2011)01-0001-03

Performance Test & Application of POF

WU Hui-hui, LI Rong-yu, CHEN Xiu-jin

(State Key Lab. on Local Fiber-Optic Communication Networks and Advanced Optical Communication Systems, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China)

Abstract: The advantages of POF in high speed and short distance network are introduced. An experiment is designed to test the spectrum loss and packet loss rate of PMMA POF. It is found that the loss of the tested POF at 650 nm is 143 dB/km, and the signals can transmit 60 m in the fiber without loss of packet at 100 Mb/s, which show that as a transmission medium POF can fully meet the transmission requirements of LAN. On the basis of this conclusion, the network solution is proposed, and POF has been used in the last segment of the 3TNet experimental network of laboratory and the LAN for teacher's offices.

Key words: POF; LAN; 3TNet; PMMA; transmission performance

0 引 言

通信技术的迅猛发展,推动了数据通信、远程教育、可视电话、高清晰数字电视以及交互式有线电视(电视购物、视频点播等)等多媒体业务的飞速发展,这不仅使用户对通信带宽的需求激增,还对局域网进一步高速化、宽带化提出了要求。能提供宽带业务的传输媒质主要有铜线电缆、石英光纤以及塑料光纤等。当前,短距离通信中的传输介质主要是铜线电缆,但是其带宽小、损耗大、电磁兼容性较差,已不能满足未来局域网的带宽要求。石英光纤是通信中的理想传输介质,但是其纤芯细,接续技术要求高、难度大,而且柔韧性差,在拐角处易受损,因此对于距离短、接点多、拐角多的局域网,用户成本要求

较高,难以推广使用^[1]。

与通信电缆相比,塑料光纤可达数百 Mb/s 到数 Gb/s 的传输速率可以满足未来局域网的要求,而且塑料光纤对电磁干扰不敏感,信号稳定可靠,保密性能好,能防雷击,质量轻,韧性好,并能节约铜资源。与石英光纤相比,塑料光纤芯径大,便于接续,数值孔径大,便于耦合,光源便宜,因此施工和接续简便、综合成本较低,而且塑料光纤质量轻、可挠性好,易于在狭窄的空间内敷设。因此,塑料光纤成为高速局域网中理想的传输媒质,具有广阔的应用前景^[2]。

1 塑料光纤的性能测试

塑料光纤的性能研究主要集中在降低损耗,提高耐热性,提高带宽和抗辐照能力四个方面。局域网应用一般是在常温且无辐射环境下工作,对于使用温度为-50~70℃的通信用塑料光纤而言,常温下使用无任何问题。另外目前通用 PMMA 塑料光纤的损耗系数已稳定在 200 dB/km 以下,可以满足

[收稿日期] 2010-07-26

[作者简介] 吴惠惠(1986—),女,上海交通大学电子系硕士研究生。

[作者地址] 上海市东川路 800 号,上海交通大学 B0903492 信箱,200240

短距离局域网的需求,损耗系数越低,可以传输的距离越长,所以本文针对塑料光纤的损耗系数和丢包率进行测试。塑料光纤的材料主要有 PMMA、聚苯乙烯(PS)和聚碳酸酯(PC)三种,PMMA 塑料光纤因其技术稳定、成本低、抗辐照能力强、在特定光波长下损耗低等优点,已受到相当的重视并有厂家开始批量生产,所以我们实验采用的都是通信用的 PMMA 材质的塑料光纤。

1.1 损耗系数的测试

损耗系数的测试装置如图 1 所示^[3],光源为 10 W 卤钨灯,将 10 m 的被测塑料光纤的一端接于光源,另一端接于光谱分析仪,计算机对频谱分析仪得到结果进行分析输出。被测塑料光纤为芯径 1 mm 的通信用 PMMA 塑料光纤,光谱分析仪采用 AvaSpec-2048FT 光纤光谱仪,测量波段为 400~1100 nm。为了减小接口的连接损耗,我们在接口处对塑料光纤端面进行了热烫处理。



图 1 PMMA 塑料光纤损耗系数的测试装置示意图

测试结果如图 2 所示,由图可知,10 m 的被测 PMMA 塑料光纤在 650 nm 波长处的透过率为 72%,在 570 nm 波长处的透过率可达 82%。通过计算,可以得到该塑料光纤在 650 nm 波长处的损耗约为 1.43 dB,在 570 nm 波长处的损耗为 0.9 dB。由此可推算出,该塑料光纤在 650 nm 处的损耗系数为 143 dB/km,在 570 nm 处的损耗系数为 90 dB/km。一般情况下塑料光纤损耗系数小于 200 dB/km,就可以在 100 m 距离以内传输 100 Mb/s 速率的信号。当然,570 nm 波长处的损耗系数更低,但是在局域网的实际应用中,我们通常采用 650 nm 的工作波长,这是因为廉价的 LED 光源的工作波长为 650 nm。

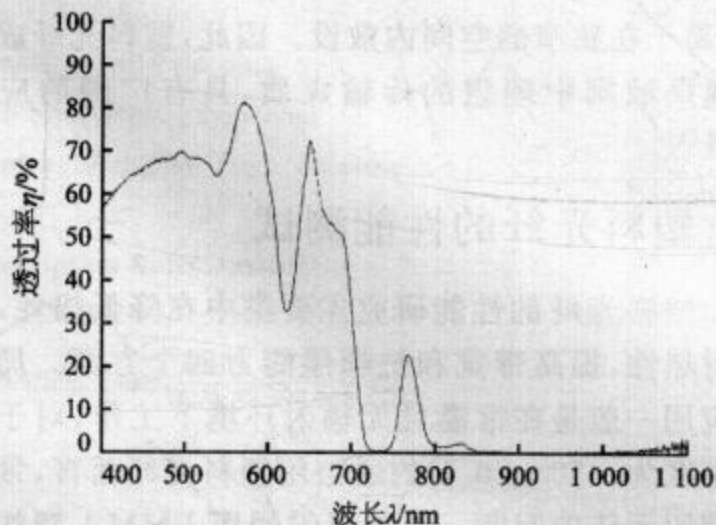


图 2 PMMA 塑料光纤透过率

1.2 丢包率的测试

同样选择直径为 1 mm 的 PMMA 塑料光纤,使用的测量设备是 IXIA 400T 通信量发生器/性能分析仪。我们将待测的 60 m 长 PMMA 塑料光纤两端分别接入测量设备的两个端口,对其丢包进行测试,测试装置如图 3 所示。

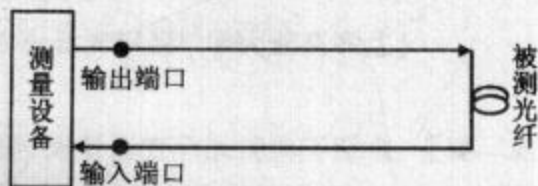


图 3 PMMA 塑料光纤丢包率测试装置示意图

测量时,测量设备的输出端口以 100 Mb/s 的速率输出 67 722 帧数据,每帧 1 500 个字节,采用全双工模式。短时间间隔后,我们看到在输入端口接收到的数据也是 67 722 帧,也就是说丢包率为零,图 4 为测试数据的截屏图。测试结果表明,该塑料光纤的传输性能完全可以满足局域网的要求。

1	Name	loopback02	loopback02
2	Link State	Link Up	Link Up
3	Line Speed	100 Mbps	100 Mbps
4	Duplex Mode	Full	Full
5	Frames Sent	67722	0
6	Frames Sent Rate	0	0
7	Valid Frames Received	0	67722
8	Valid Frames Received Rate	0	0
9	Bytes Sent	101583000	0
10	Bytes Sent Rate	0	0
11	Bytes Received	0	101583000
12	Bytes Received Rate	0	0
13	Fragments	0	0

图 4 PMMA 塑料光纤丢包率的测试数据截屏图

2 塑料光纤在局域网中的应用

塑料光纤作为一种短距离通信理想的光传输介质,因其独特的性能已被广泛应用于多个领域,在家庭智能化、办公自动化、工控网络化、车载机载通信网、军事通信网的数据传输中占据着重要的地位。下面我们将主要介绍塑料光纤在局域网中的应用,这也是塑料光纤至今得到最多关注、研究的应用领域^[4-7]。

2.1 3TNet 最后到终端的塑料光纤解决方案

3TNet 是“高性能宽带信息网”的简称,它的应用目标是从宽带流媒体和互动多媒体业务开始,发展多种音频视频服务,面向多种增值业务,推进示范区域信息一体化进程,现在 3TNet 已在华东地区试用。3TNet 接入速率的设计目标是可满足未来 15 年内家庭用户的普遍需求,它承诺给每个用户提供的接入速率大于 40 Mb/s,用户每户可同时收看一路高清电视、两路标准清晰度电视,享受高保真立体声,同时可以 4 Mb/s 的速度上网等。

我们将塑料光纤应用于 3TNet 上海交通大学子网的最后一段,即从中心交换机到终端的局域网中。研究表明,一路标准清晰度(分辨率为 720×576)电视信号稳定带宽需求在 $7 \sim 8 \text{ Mb/s}$ 左右,一路高清(分辨率为 1920×1080)电视信号稳定带宽需求在 25 Mb/s 以上。我们的方案主要针对 HDTV 应用,为满足带宽要求,设计每个塑料光纤光交换机下行为 4 路 HDTV 信号,所以采用百兆全光交换机,上行一个端口下行四个端口,工作波长为 650 nm 。设计方案如图 5 所示,主干网的光信号通过石英光纤从千兆中心交换机接入,进行传输转发后,通过 PMMA 塑料光纤传输到部门塑料光纤光交换机进行交换,分成 4 路信号,再通过塑料光纤分别传输到机顶盒中,连接到电视终端进行播放。经过多次的试验、播放,该系统已经投入使用并运行良好。

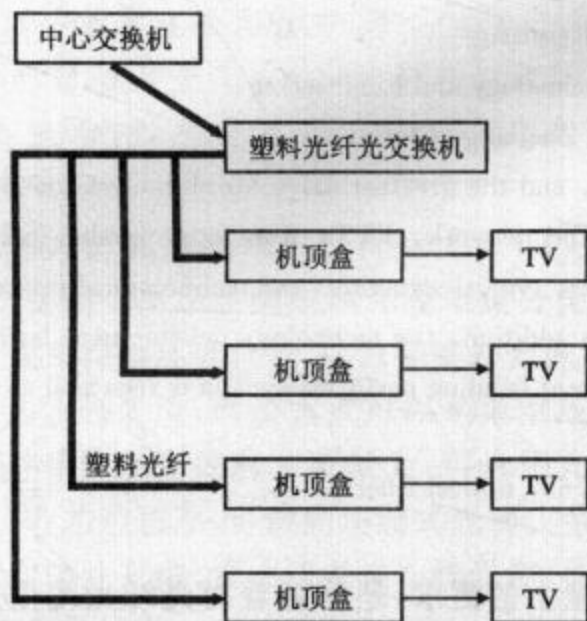


图 5 3TNet 上海交通大学试验网中心交换机到终端的塑料光纤解决方案

2.2 教师办公室局域网

我们将塑料光纤应用于上海交通大学光通信国家重点实验室的教师办公室中,图 6 为该局域网的网络拓扑图。本设计方案采用易于维护和管理星型网络结构,采用千兆路由交换机作为整个局域网的中心交换机,负责局域网与主干网之间数据的存储转发。每一个办公室放置一台塑料光纤交换机来分配所需的带宽,高速数据经过塑料光纤传输后,为了与现有终端设备兼容,先通过 USB 塑料光纤收发器进行光—电转换,最终将数据送入用户的终端设备。此外,若是先在用户终端设备中装上塑料光纤网卡,就可以直接用塑料光纤将塑料光纤光交换机与用户终端相连,而无需经过光纤收发器。经过一段时间的 actual 使用,局域网运行良好,完全可以满足办公室的日常需求。

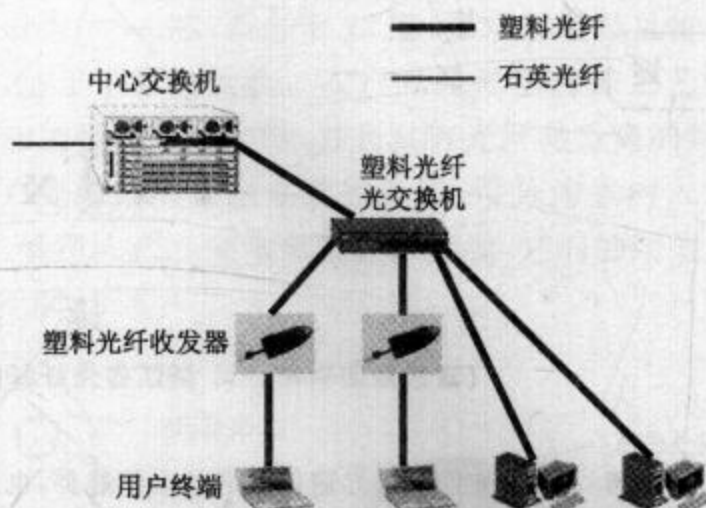


图 6 教师办公室局域网的塑料光纤解决方案

3 结束语

通过研究 PMMA 塑料光纤的损耗系数及传输性能,我们发现在 100 Mb/s 的传输速率下,塑料光纤可以无丢包地传输 60 m ,这就证明塑料光纤可以满足短距离局域网最后一段用户接入的带宽要求。在对塑料光纤性能测试的基础上,我们将塑料光纤应用于 3TNet 试验网最后一段以及上海交通大学教师办公室的局域网中,运行稳定。当然,塑料光纤的研究并没有在此止步,科研工作者正在努力减少塑料光纤损耗,设法提高其环境性能,完善制作工艺,研究相关设备,制定和完善行业标准。在未来,塑料光纤的性能会日臻完善,应用领域也会越来越广阔。

致谢:本研究得到江西省大圣塑料光纤有限公司的支持,在此特表谢意。

[参 考 文 献]

- [1] 彭阳峰,李川兵,屠葳. 通信用塑料光纤及其在 FTTH 中的应用[J]. 光电子·激光,2006(6):140-143.
- [2] 葛文萍,殷宗敏. 塑料光纤及其应用[J]. 光机电信息,2002(3):31-35.
- [3] 陈秀锦,李荣玉,李潮奕. PMMA 塑料光纤辐照特性的实验研究[J]. 光纤与电缆及其应用技术,2009(5):24-26.
- [4] 四川汇源塑料光纤有限公司. 塑料光纤在局域网中的应用及其器件探讨[J]. 现代有线传输,2005(4):50-52.
- [5] 张海龙,刘志飞,李凯. 塑料光纤在局域网中的应用及其器件[C]// 光缆电缆学术年会论文集. 北京:中国通信学会,2005:146-151.
- [6] 方培沈,杨冬晓. 塑料光纤在高速局域网中的应用[J]. 光通信研究,2004(3):68-70.
- [7] 吴静,陈晓燕. 塑料光纤的技术发展及其应用[J]. 光纤光缆传输技术,2001(3):21-40.