

· 测量 · 检测 ·

文章编号:1005-0086(2001)09-0920-03

测量偏振模色散的新方法*

李朝阳, 刘秀敏, 李荣华, 杨伯君, 张晓光, 于 丽, 任晓敏

(北京邮电大学理学院, 北京 100876)

摘要:介绍了用偏分孤子法对偏振模色散测量的实验原理和实验系统,对实验结果进行了分析。表明,偏分孤子法是一种新的可选的偏振模色散测量方案。

关键词:偏振模色散; 偏分孤子法

中图分类号:TN929. 11; TN253 文献标识码:A

Polarization Mode Dispersion Measurement

LI Chao-yang, LIU Xiu-min, LI Rong-hua, YANG Bo-jun, ZHANG Xiao-guang,
YU Li, REN Xiao-min

(School of Science, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: Polarization multiplexed solitons (PMS) was presented for measuring polarization mode dispersion (PMD) of fiber in this paper. The principle and results of the experiment are analyzed. The results show that PMS is a new candidate for PMD measurement.

Key words: polarization mode dispersion (PMD); polarization multiplexed solitons (PMS)

1 引 言

随着高速、大容量的光纤通信系统的迅速发展,偏振模色散 (PMD) 已成为实现未来超高速光纤通信系统的主要障碍之一^[1]。解决 PMD 问题首先要进行 PMD 的测量,否则, PMD 的补偿也无从谈起。PMD 的测试复杂度和成本远远高于一般参数的测量。对于较易实现的固定分析仪法 PMD 的测量有较多的报道^[2~7],但有关偏分孤子法 (PMS) 还未见报道。本文介绍了用 PMS 测量 PMD 的实验系统,原理和实验结果。

2 实验原理

PMD 是由于光纤在快慢两个偏振主态上折射率不同,造成光在两个正交方向上产生群时延差 (DGD),形成脉冲展宽造成的。因此对 PMD 的测量也就是测量光纤的 DGD。PMS 属于时域法。

PMS 是利用孤子对极化不敏感。即使是通过长距离传输,孤子脉宽变化很小^[8]。因此,它特别适合于 DGD 的测量,尤其是长光纤的 PMD 的测量。因为,一般测量方法中,由于 PMD 和群速度色散同时引起脉冲展宽,因此测量结果要受群速度色散的影响。但 PMS 中,由于群速度色散和非线性作用相互抵消了,因此测量结果和它无关。

当孤子通过偏振分束器后,分裂成两个偏振态相互正交的孤子,两者之间产生 DGD,进入待测光纤后,调整偏振控制器,使光进入被测光纤的快慢轴与两个正交孤子相对的偏振方向平行,当前面的孤子与快轴平行、后面的孤子与慢轴平行,这时总的 DGD 增加为 τ_{\max} ;当前面的孤子与慢轴平行、后面的孤子与快轴平行,总的 DGD 减少为 τ_{\min} ,被测光纤的 PMD 为

$$\Delta\tau = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{2} \tag{1}$$

* 收稿日期:2001-12 修订日期:2001-04-02

* 基金项目:国家自然科学基金资助项目 (60072042);教育部博士点基金资助项目;华为科技基金资助项目

3 实验装置和实验结果

3.1 实验装置

PMS 实验装置如图 1 所示。使用器件有偏振控制器(PC);色散补偿光纤(DCF);偏振分束器(Splitter)。被测光纤 1,长 15 m,理论 DGD 为 20 ps 的 PMF;被测光纤 2,28.9 km 的 DSF;被测光纤 3,25 km SMF+6.3 km DCF。所用激光器为半导体激光器(DFB-LD),阈值电流为 11 mA,静态谱宽 0.08 nm,动态谱宽 0.38 nm,电信号重复频率 2.5 GHz。所用取样示波器(SO)为 HP83480A 数字通信分析仪,能测量最高频率为 20 GHz。采用了 1 480 nm,980 nm 大功率半导体激光器作泵浦的掺铒光纤放大器(EDFA),小信号增益大于 30 dB,饱和输出平均功率为 17 dBm,噪声系数小于 6 dB。用取样示波器测量脉冲宽度和脉冲频率。

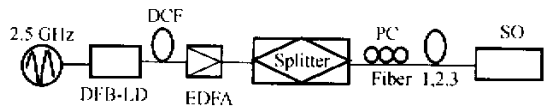
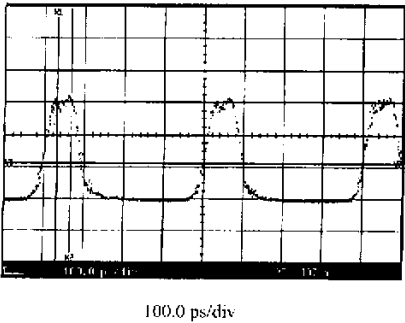


图 1 PMS 实验装置
Fig. 1 The experiment setup of PMS

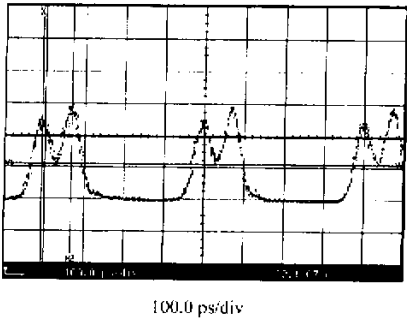
3.2 实验结果

3.2.1 被测光纤 1

测量结果如图 2 所示。由图可知,脉冲最窄时宽 33.8 ps,最宽时 71.8 ps,PMD 测量值为 19.00 ps。实验室的保偏光纤在 1.31 μm 处测得拍长 3.3 mm,得出的理论值为 18.79 ps。两者差来自于系统误差和仪器误差。测量结果是较准确的。



(a) when pulse is narrowest

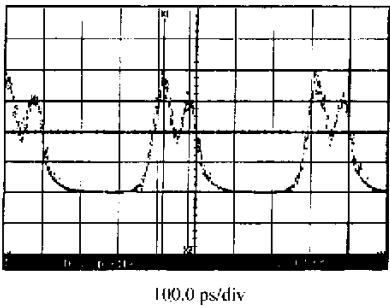


(b) when pulse is widest
图 2 被测光纤 1 的脉冲形状

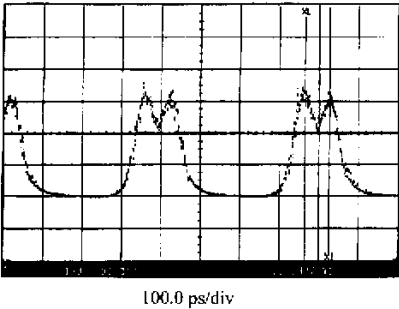
Fig. 2 The pulse shape of fiber 1

3.2.2 被测光纤 2

实验结果如图 3 所示。由图可知,PMD 为 2.5 ps。单位长度 DSF 的 PMD 为 0.465 ps/ $\sqrt{\text{km}}$ 。



(a) when pulse is narrowest



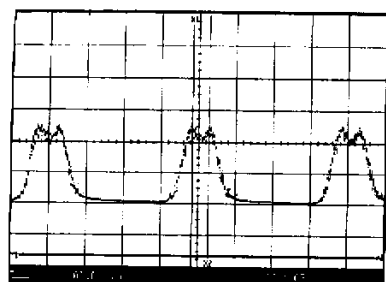
(b) when pulse is widest

图 3 被测光纤 2 的脉冲形状

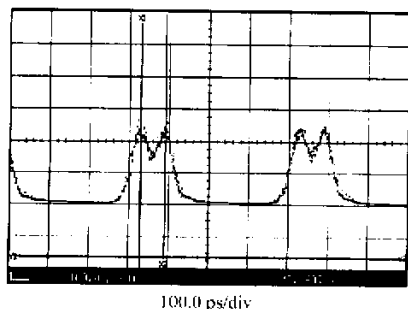
Fig. 3 The pulse shape of fiber 2

3.2.3 被测光纤 3

实验结果见图 4。由图可见,PMD 为 9.5 ps。因为 DCF 光纤为国产试制品,光纤均匀度较差,故 PMD 较大。



(a) when pulse is narrowest



(b) when pulse is widest

图 4 被测光纤 3 的脉冲形状

Fig. 4 The pulse shape of fiber 3

4 结 论

介绍了 PMS 实验系统和测量原理。用 PMS 对 PMD 进行了测量,结果表明:PMS 法是一种新的可选 PMD 测量方案之一。

参 考 文 献:

[1] C D Poole,J Nagel. Polarization effects in lightwave

systems[A]. I. P. Kaminov and T. L. Koch,Eds. *Optical Fiber Telecommunications*[C]. San Diego. CA:Academic,1997. Ⅲ A, ch. 6.

- [2] 龚岩栋,关雅莉,江中澳,等. 低偏振模色散和负色散斜率的色散补偿光纤的研制. 光电子 • 激光,1998,9(1): 1-4.
- [3] 邹林森,雷 非. 用光谱分析法测量单模光纤的偏振模色散[J]. 通信学报,1999,20:75-78.
- [4] 雷 非. 光纤偏振模色散测试仪[J]. 光通信研究, 1999,94:38-40.
- [5] 龚岩栋,关雅莉,简水生. 光纤偏振模色散的测量[J]. 光学学报,1997,17:731-736.
- [6] N Gisin,R Passey,P. Blanco,*et al.* Definition of polarization mode dispersion and first results of the COST 241 round-robin measurements[J]. *Pure Appl. Opt.* , 1995,4:511-522.
- [7] Y Namihiro,J Maeda. Comparison of various polarization mode dispersion measurement methods in optical fibers[J]. *Electron. Lett.* ,1992,28:2265-2266.
- [8] Y Namihiro,Y Horiuchi,K Mochizuki,*et al.* Polarization mode dispersion measurements in an installed optical fiber submarine cable[J]. *photo. technol. Lett.* , 1989,1:329-331.
- [9] S G Eangelides,Jr L F Mollenauer,J P Gordon,*et al.* Polarization multiplexing with solitons[J]. *J Light-wave Technol.* ,1992,10:28-35.

作者简介:

李朝阳 (1967—),男,博士研究生,专业方向为光纤通信技术。