

文章编号: 1672-8785(2020)05-0040-05

高速大动态范围偏振消光比测试技术

张一琪 徐桂城 尹炳琪

(中电科仪器仪表有限公司, 山东 青岛 266555)

摘 要: 在保偏传感系统、高速电光调制系统和无源光器件的研制、生产和维护中, 对偏振消光比的指标要求逐渐提高, 为此提出了一种高速大动态范围偏振消光比测试技术。首先阐述了旋转检偏法的基本原理, 然后介绍了本技术中使用的对数放大器功率探测方法, 最后将普通型偏振消光比测试仪和改进型偏振消光比测试仪的测试结果进行了对比。结果表明, 改进后的偏振消光比测试技术提高了消光比测试的速度和动态范围, 解决了当前测试技术存在的问题, 因此满足市场中的相关需求。

关键词: 消光比; 对数放大器; 旋转检偏

中图分类号: TN211 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2020.05.007

Measuring Technology of Polarization Extinction Ratio with High Speed and Wide Dynamic Range

ZHANG Yi-qi, XU Gui-cheng, YIN Bing-qi

(China Electronics Technology Instruments Co., Ltd., Qingdao 266555, China)

Abstract: In the development, production and maintenance of polarization-maintaining sensing systems, high-speed electro-optical modulation systems and passive optical devices, the requirement for the polarization extinction ratio is gradually increasing. For this purpose, a measuring technology of polarization extinction ratio with high speed and wide dynamic range is proposed. First, the basic principle of the rotation analysis method is described, then the power detection method of the logarithmic amplifier used in this technology is introduced, and finally the test results of the ordinary polarization extinction ratio tester and the improved polarization extinction ratio tester are compared. The results show that the new measuring technology of polarization extinction ratio improves the speed and dynamic range of the extinction ratio test, solves the problems of the current measuring technology, and therefore meets the relevant needs in the market.

Key words: polarization extinction ratio; logarithmic amplifier; rotary polarization-analyzer

收稿日期: 2020-05-16

作者简介: 张一琪(1991-), 男, 辽宁朝阳人, 硕士, 工程师, 主要从事光波测试技术方面的研究。

E-mail: woshiyinluzhe@163.com

0 引言

偏振消光比测试技术广泛应用于保偏光纤传感器的研制和生产。在光纤陀螺的生产过程中, 光学系统偏移问题是个必须解决的技术难题^[1]。通过在光路中添加偏振器并用保偏光纤绕制光纤环, 能够解决光波在传输过程中由偏振态引起的输出光强波动问题, 从而抑制光波偏振态变化导致的光纤陀螺漂移。

在保偏光纤基础上发展起来的具有全保偏结构的水听器能够从很大程度上解决系统偏振态的稳定性问题。在传感器的搭建过程中, 偏振器件的保偏性能对产品的总体性能有至关重要的作用, 因此需要利用偏振消光比测试仪对所用器件的保偏性能进行测试。在保偏光纤与保偏光纤或者与耦合器的连接中, 还需要使用保偏光纤熔接机对其进行熔接。由于熔接点质量的好坏关系到光信号能否正确传递, 此时利用偏振消光比测试仪对保偏光纤熔接点的质量进行检测^[2]。

本文基于对数放大器设计消光比测试中的功率探测方案, 然后搭建相应电路和光路, 并通过对比测试的方法来分析现有的以及本文提出的消光比测试技术所测得的消光比指标。

1 偏振消光比测试原理

本文采用旋转检偏法对偏振消光比进行测试。利用步进电机带动可旋转检偏器转动。同时, 光功率探测模块实时记录探测到的光功率; 数据处理软件负责处理得到的光功率, 并计算出偏振消光比等参数。图 1 所示为本项目采用的光学系统。它由准直透镜、旋转检偏器以及透镜等构成, 其工作原理如下: 从光纤出射的光经准直透镜变成平行光, 然后经偏振棱

镜变成线偏振光; 从偏振棱镜出射的光再经过透镜汇聚到大面积光电探测器上^[3]。

偏振消光比的动态范围是光学偏振元件的一个重要参数, 即最大最小光功率比值的对数。在检偏器转动的过程中, 找到光功率的最大值 P_{\max} 和最小值 P_{\min} , 然后计算出消光比 P_{er} :

$$P_{\text{er}} = 10(\lg P_{\max} - \lg P_{\min}) \quad (1)$$

2 功率检测方法及其电路

本文采用美国 ADI 公司生产的 AD8304 对数放大器来设计功率检测方案。该放大器针对光纤系统中低频信号的功率测量进行了优化。它采用高性能跨导线性技术, 可提供易用、多样的极宽动态范围^[4]; 具有单独的光电二极管接口, 且集成了温度补偿电路, 大大提高了转换精度。AD8304 对数放大器的内部由线性运算放大器和对数比转换器两部分组成。由于光电二极管产生的电流信号非常微弱, 对数放大器以对数公式将电流信号转换成便于用户检测的电压信号。该信号经过 A/D 转换后进入控制器用于检测功率。被测功率值 P 与对数放大器的输出电压值 V 的关系为

$$P = KV + C \quad (2)$$

式中, K 和 C 均为常数。

围绕 AD8304 芯片搭建了用于功率探测的外围电路(见图 2)。其中, INPT 引脚旁的电阻和电容负责在全量程电流测量范围内稳定系统。通过选择适当的阻值和容值可以增加输出带宽。VOUT 与 BFNG 引脚之间的两个电阻用于确定功率系数。当两个电阻的阻值相等时, 对数放大器的输出值满足对数功率变化规律。

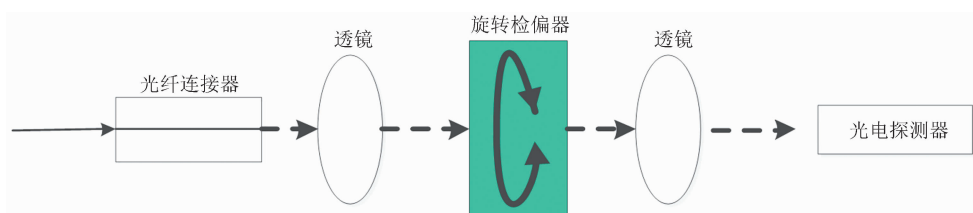


图 1 旋转检偏法的光路示意图

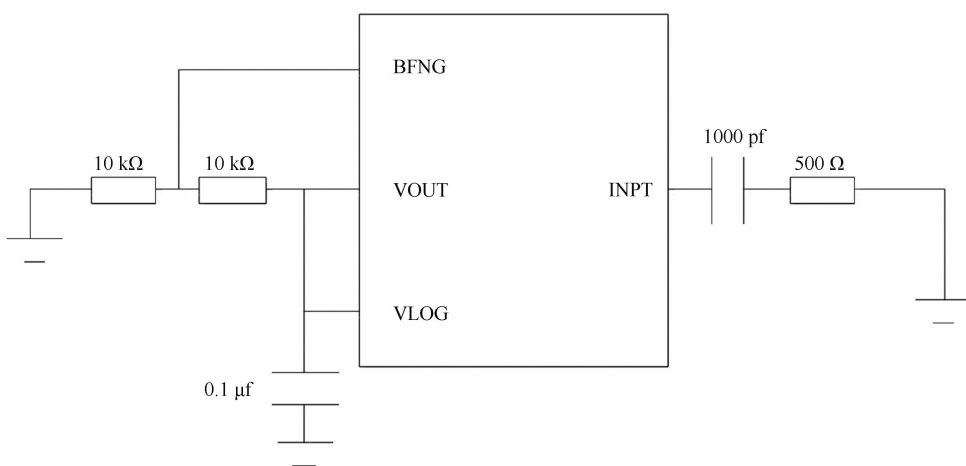


图 2 AD8304 的外围电路

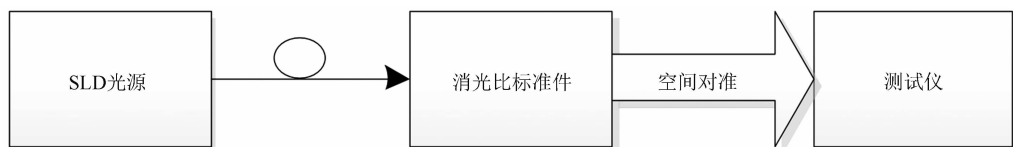


图 3 偏振消光比测试框图

3 偏振消光比测试结果

本文使用超辐射发光二极管(Superlum Diode, SLD)作为测试源,其发出的光经消光比标准件后,通过空间对准处理进入到消光比测试仪中进行测试。图 3 为偏振消光比测试框图。

本文采用经过计量校正的 51.1 dB 和 20.3 dB 的消光比标准件作为测试件。将带有通用功率计的普通型消光比测试仪与利用对数放大器作为功率计的改进型消光比测试仪进行对比测试,即对比不同光源输出功率以及不同测试速度下的偏振消光比测试结果。

首先,接入 20.3 dB 的消光比标准件。设置消光比测试仪的测试速度为 0.5 samples/s, SLD 光源的输出光功率为 8 dBm。通过记录消光比测试仪得到的消光比值以及测试过程中的功率值变化,得到图 4 所示的功率变化曲线和表 1 所示的测试数据。

经对比可知,在光源输出功率高、待测件消光比小、测试速度慢的情况下,两种消光比测试仪获得的消光比值近似相同,且改进型消光比测试仪的测试噪声较小。

然后保持 20.3 dBm 的消光比标准件和 0.5 samples/s 的测试速度不变,将 SLD 光源的输出光功率设置为 -17 dBm。通过记录消光比测试仪得到的消光比值以及测试过程中的功率值变化,得到如图 5 所示的功率变化曲线和表 1 所示的测试数据。

经对比可知,在光源输出功率低、待测件消光比小,测试速度慢的情况下,两种消光比测试仪获得的消光比值出现差异。其中,普通型消光比测试仪测得的消光比值比标准值大,且在功率较小的位置上出现了噪声。

保持 0.5 samples/s 的测试速度不变,将 SLD 光源的输出光功率设置为 8 dBm,并接入 51.1 dB 的消光比标准件。通过记录消光比测试仪得到的消光比值以及测试过程中的功率值变化,得到图 6 所示的功率变化曲线和表 1 所示的测试数据。

经对比可知,在光源输出功率高、待测件消光比大、测试速度慢的情况下,两种消光比测试仪获得的消光比值出现差异。其中,普通型消光比测试仪测得的消光比值比标准值大,且在功率较小的位置上出现了噪声。

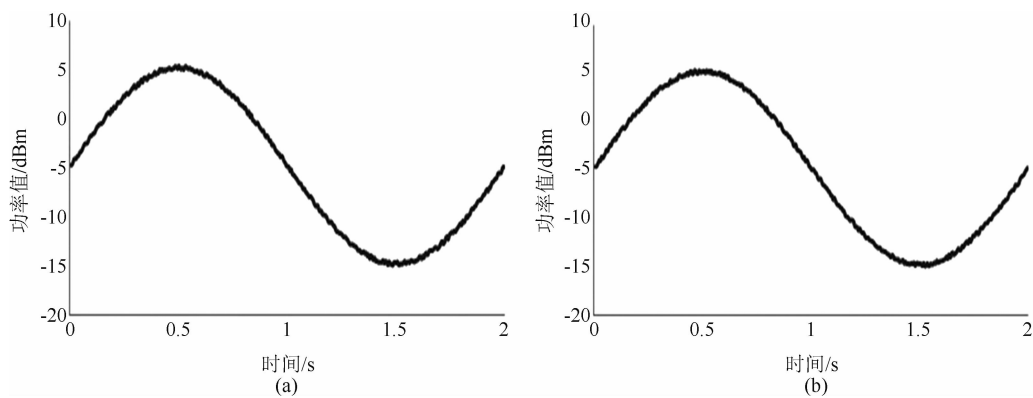


图 4 普通型(a)和改进型(b)消光比测试仪的功率变化曲线($P=8$ dBm, $V=0.5$, $P_{er}=20.3$ dB)

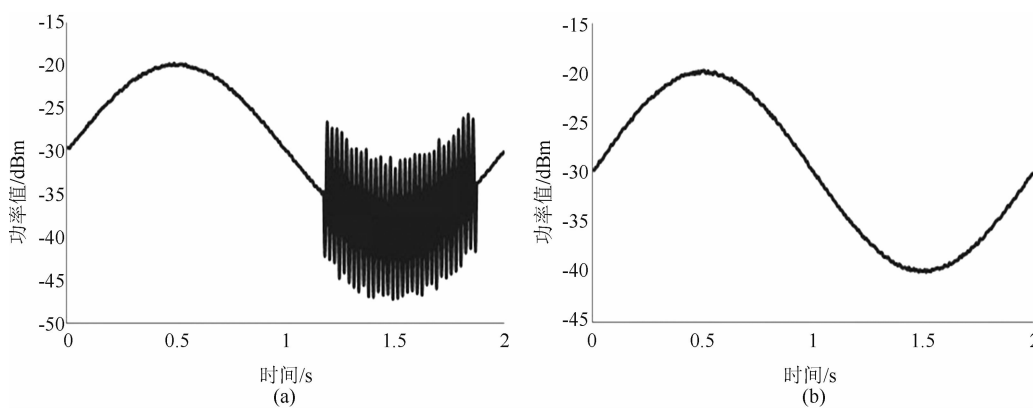


图 5 普通型(a)和改进型(b)消光比测试仪的功率变化曲线($P=-17$ dBm, $V=0.5$, $P_{er}=20.3$ dB)

表 1 偏振消光比测试结果

| 光源输出 功率/dBm | 校准件 消光比/dB | 测试速度/ (samples/s) | 普通型 | | 改进型 | |
|----------------|---------------|----------------------|----------|-------|----------|-------|
| | | | 测试消光比/dB | 误差/dB | 测试消光比/dB | 误差/dB |
| 8 | 20.3 | 0.5 | 19.8 | -0.5 | 20.1 | -0.2 |
| -17 | 20.3 | 0.5 | 27.4 | 7.1 | 20.5 | 0.2 |
| 8 | 51.1 | 0.5 | 60.1 | 9 | 50.3 | -0.8 |
| -7 | 20.3 | 5 | 24.8 | 4.5 | 20.1 | -0.2 |

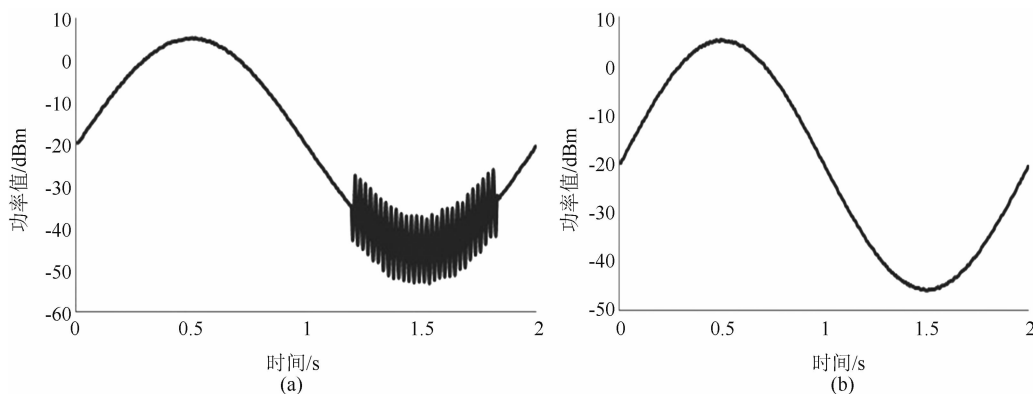


图 6 普通型(a)和改进型(b)消光比测试仪的功率变化曲线($P=8$ dBm, $V=0.5$, $P_{er}=51.1$ dB)

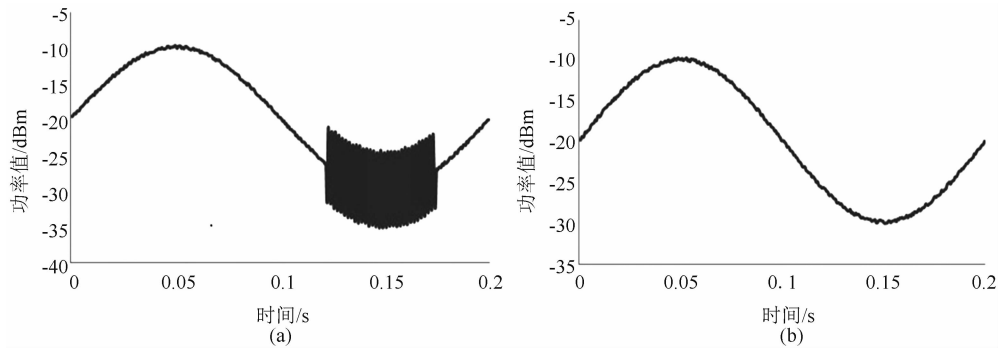


图 7 普通型(a)和改进型(b)消光比测试仪的功率变化曲线($P = -7$ dBm, $V = 0.5$, $P_{er} = 20.3$ dB)

将 SLD 光源的输出光功率设置为 -7 dBm, 并接入 20.3 dB 的消光比较准件。将测试速度改为 5 samples/s, 记录消光比测试仪获得的消光比值以及测试过程中的功率值变化, 得到图 7 所示的功率变化曲线和表 1 所示的测试数据。

经对比可知, 在待测件消光比小、测试速度快的情况下, 两种消光比测试仪获得的消光比值出现差异。其中, 普通型消光比测试仪测得的消光比值比标准值大, 且在功率较小的位置上出现了噪声。

综上所述, 在光源输出功率低、测试速度快或者待测件消光比的值很大的情况下, 由于受到功率换档后功率稳定速度的影响, 普通型消光比测试仪的测试精度很低, 而改进型消光比测试仪的测试精度则不会受到影响。结果表明, 改进型消光比测试仪的动态范围更大, 测试速度更快。

4 总结

本文提出了消光比测试技术中基于对数放

大器的功率探测方案, 解决了普通消光比测试仪所用的光功率计在低功率测试时由于功率档位切换频繁而引起的功率振荡问题, 进而增加了偏振消光比测试仪的动态范围, 并提高了偏振消光比的测试速度。随着光器件生产加工技术的提高, 继续扩大消光比测试的动态范围仍是今后的研究热点。

参考文献

- [1] 张庆生, 沙定国. 影响消光比测试精度的主要因素分析 [J]. 光学技术, 2002, **28**(2): 141-142.
- [2] 雷越辰. 基于 AD8304 对数放大器的开放型数字式光功率计 [J]. 科技视界, 2012, **2**(20): 47-48.
- [3] 刘贵勤, 李国华. 消光比自动测试系统的系统误差分析 [J]. 曲阜师范大学学报, 2004, **30**(4): 61-64.
- [4] Analog Devices, Inc. AD8304 Datasheet [EB/OL]. <https://datasheetspdf.com/datasheet/AD8304.html>, 2020.