

文章编号: 1005-5630(2005)01-0063-05

# 基于LabVIEW的SLD光源数字化测评系统研究\*

徐伟林, 舒晓武, 牟旭东, 刘 承

(浙江大学现代光学仪器国家重点实验室, 浙江 杭州 310027)

**摘要:** 光纤传感器常常采用超发光二极管光源(SLD), SLD光源的稳定性对系统整体性能有着关键的影响。所以在SLD应用前, 对光源的测试评价的工作是非常有必要的。通常光源的全面测试是一项操作纷繁复杂、数据量巨大、后期数据处理繁琐的工作, 因此针对不同的测试系统, 以虚拟仪器的设计思想, 基于LabVIEW平台, 结合Matlab设计了一系列测评程序, 以实现光源测试的自动化, 能大大提高光源测试效率和测试系统的可靠性。

**关键词:** 虚拟仪器; LabVIEW; Matlab

**中图分类号:** TN 253 标识码: A

## Study on digital testing system of SLD based on LabVIEW

XU Wei-lin, SHU Xiaowu, MOU Xu-dong, LIU Cheng

(State Key Laboratory of Modern Optical Instrumentation, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Abstract** Superluminescent diode (SLD) are usually applied in fiber optical sensor. The stability of SLD has an vital effect on performance of entire system, so it is necessary to evaluate SLD before its application. Usually the test of the SLD is a complicated task, it will generate huge data to process. According to the idea of virtual instrument, we setup a series of program base on LabVIEW combine with Matlab, to implement the automatization of the SLD test, also to enhance the efficiency and reliability of the test system.

**Key words:** virtual instrument; LabVIEW; Matlab

## 1 前 言

作为基于萨格奈克效应的角速度传感器, 光纤陀螺(FOG)的精度可以做得非常高, 但其受光源稳定性影响很大<sup>[1]</sup>。光源虽然内部具有温度控制和功率控制, 但还是具有一定的不稳定性。尤其在中高精度范(0.1%~0.01%以下), 这种不稳定性往往是误差的主要方面。因此, 稳定光源是发展高精度光纤陀螺的必备条件。光源的稳定性用三个指标来衡量, 即: 功率稳定性、波长稳定性及偏振稳定性, 要实现对一个光源进行评价就需要对光源在不同的条件下进行多次的光谱、纹波测量以及分析。由于光源的测试项目繁多, 数据量巨大, 所以实现光源测试自动化非常有必要的。

虚拟仪器是一种创新的软件设计思想<sup>[2]</sup>, 在测控应用领域虚拟仪器的设计方法相对于一般应用程序设计方法有着方便、快捷、系统成本低等优势, 虚拟仪器的实现方法有很多种, 其中Agilent公司的产品提供的标准仪器控制库(SICL), 还有虚拟仪器标准构架库(VISA)都是可供用户在不同的编程环境下(如

\* 收稿日期: 2004-07-07

作者简介: 徐伟林(1979-), 男, 浙江杭州人, 硕士研究生, 主要从事测试计算技术及其仪器方面的研究。

VC++、VB、LabWindows CVI 等等文本编程语言开发环境)调用, 以实现仪器进行操作。还有基于图形化编程语言, 即G 语言的编程环境, 如惠普公司的VEE 以及NI公司的LabVIEW, 最终选择了LabVIEW 作为开发平台。LabVIEW 是NI公司设计的一个优秀的虚拟仪器开发环境, 是目前虚拟仪器设计的使用十分广泛的软件, 它以简单直观的图形化编程方式、众多设备驱动程序、丰富的数据处理功能, 为设计复杂测试系统和测试仪器提供了良好的环境。LabVIEW 提供了用于GPB 设备控制、VXI总线控制、串行口设备控制以及数据分析、显示和存储的应用程序模块, 并且是一个开放的开发平台, 拥有丰富外部接口, 提供Matlab 以及HQ 等工具软件的接口, 还提供调用API DDE、DLL 等标准Windows 接口<sup>[3]</sup>。LabVIEW 功能强大的另一个原因是它允许用户进行模块化、层次化的程序设计。LabVIEW 中的程序称为VI, 创建的一个VI可以在更高级的VI中被调用, 称作子VI, 而且子VI调用的次数和阶数是不受限制的, 这大大降低了复杂系统的设计难度, 也增加了代码的可读性和可重用性。

## 2 设计原理

### 2.1 硬件构成

光谱仪只配备工业标准的GPB 接口与计算机连接, 对光谱仪的远程控制操作, 只能由计算机通过这个接口进行。系统采用Agilent 的PCI-GPB 82350 控制卡把光谱仪和计算机连接, 整个系统十分简洁。系统硬件框图如图1 所示。



图1 系统硬件框图

### 2.2 软件框架

相比系统硬件的搭建, 软件的设计要复杂得多了。光源测试不但是一项复杂的工作, 而且其中又有多种测试方法, 这必然要求提高代码可重用性, 这样整个软件具有良好的灵活性和可扩展性, 便于日后的维护, 把一些功能封装为一个个的可重用的子模块, 如打开仪器功能模块、关闭仪器功能模块、保存文件模块等子模块。这些子模块可以在不同的应用程序中调用。所有模块和子模块都保存在一个库文件中以便管理、使用。这些子模块的以不同的组合分别构成三个测试子项目: 光源光谱、相干度评价程序, 光谱和纹波测试程序和光谱特性长期实时分析程序。图2 为测试软件层次图。

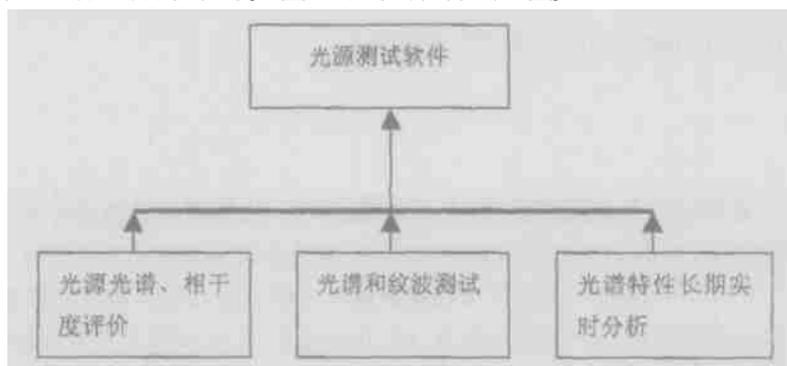


图2 测试软件层次图

## 3 软件流程

### 3.1 光源光谱、相干度评价程序

对SLD 光源光谱测量是最常用的测试方法, 并一次性完成光谱采集和相干度计算, 作为将来分析光源的重要依据。光源光谱、相干度评价程序流程, 见图3。

LabVIEW 编程语言是一种数据流驱动语言, 即一个节点或是一个子模块运行的条件是所有的输入

条件有效, 这有别于其他编程语言。由于光谱测试有严格的程序, 所以必须要让一系列子模块依次运行才不会出现错误。这里使用一个设备句柄和一个错误簇作为数据流的一部分以约束后面节点的运行, 这样就可以保证每个节点都按顺序运行, 这种方法比采用顺序结构实现要好。

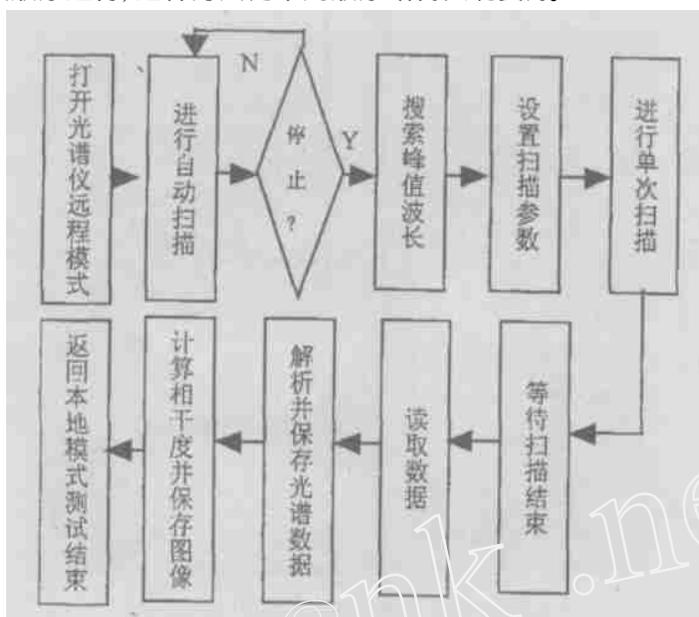


图 3 光源光谱、相干度评价程序流程图

光谱扫描产生的数据以一个二维数组  $\begin{bmatrix} \lambda_0 & P_1 \\ \lambda_0 & P_2 \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ \lambda_N & P_N \end{bmatrix}$  的形式读取, 其中  $\lambda$  为波长,  $P_i$  为对应的光功率。在

扫描精度较高的情况下  $N = 20001$ , 而相干度计算的实现采用下面的计算方法:

$$\Gamma(S_n) = \sum_{i=1}^{i=N} P_i \cdot \cos[2\pi S_n \lambda_0 / \lambda_i] \quad (1)$$

那么, 公式(1)计算的次数为:  $K = (E - S) / f$

其中  $S_n = S + n \cdot f \quad n = 0, 1, 2, \dots, K \quad (2)$

$S$  为计算起始值,  $E$  为计算终值,  $f$  为计算步长。

可见在  $K$  值比较大的情况下, 计算量是非常大的, 如用 LabVIEW 本身具有的处理方法不但比较繁琐, 而且效率低。此外, LabVIEW 对于窗体显示的性能虽较卓越, 但是对于图像的保存缺乏支持。Matlab 支持 ActiveX 自动化技术, ActiveX 自动化是基于组件对象模型的技术, 允许应用程序或组件控制另一个应用程序或组件的运行, 它包括自动化服务器和自动化控制器。通过使用 Matlab 自动化服务器功能, 可以在其它应用程序中执行 Matlab 命令, 并与 Matlab 的工作空间进行数据交换<sup>[4]</sup>。因此可以借助这一特性, 把 LabVIEW 与 Matlab 结合以解决计算与图像保存的问题(详见图 4)。

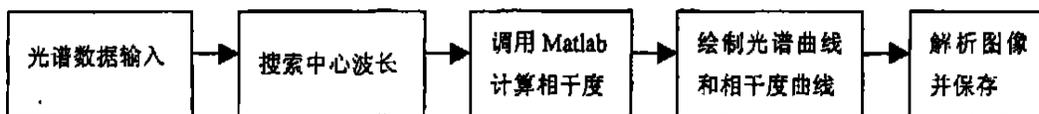


图 4 相干度计算和图像保存流程图

经过这个包含 Matlab 脚本节点的子模块后, 将得到相干度图像、光谱图像以及一个相干度数据文件, 这样就得到所要的所有数据。

使用以上的测试程序, 只需设定最初的测试参数, 之后不需要任何人为的干预完成所需的测试工作。

这样不但简化了手工操作光谱仪的工作,而且光谱测试和分析是一次性完成,不需要如以往在测试完成以后提取测试数据再进行相干度计算分析,基本实现了测试的自动化。

光谱和相干度测试程序前面板(运行结果),见图5。

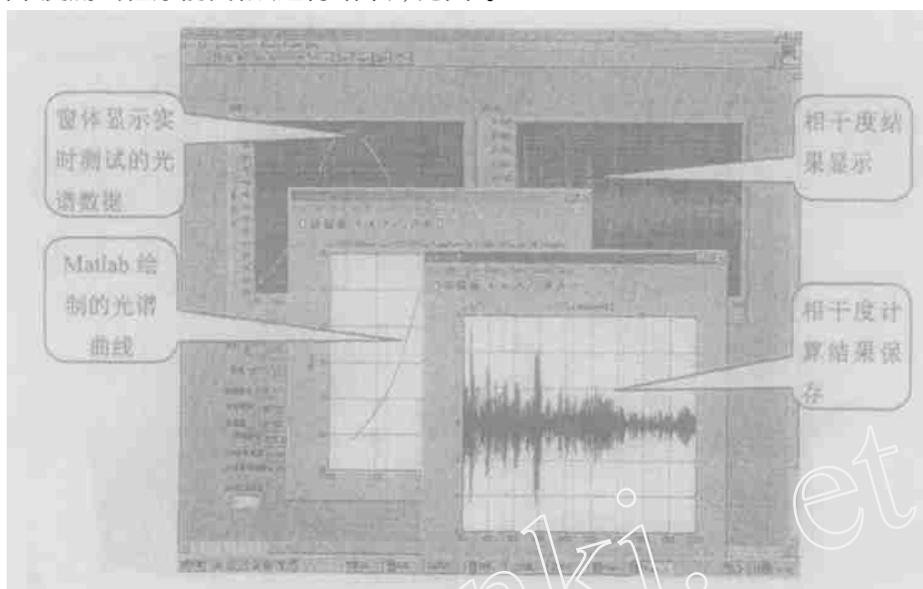


图 5 光谱和相干度测试程序前面板(运行结果)

### 3.2 光谱特性长期实时分析程序

此外,对光源的评价主要通过光谱参数:平均波长、峰值波长、峰值能级、谱宽以及总能量的分析,为了实时观测这些参数变化,也即观测光源稳定性需要对光源进行快速连续的测量,以观察各个参数在环境条件改变的情况下的变化趋势。

光谱特性长期实时分析程序前面板和流程图,分别见图6和图7。

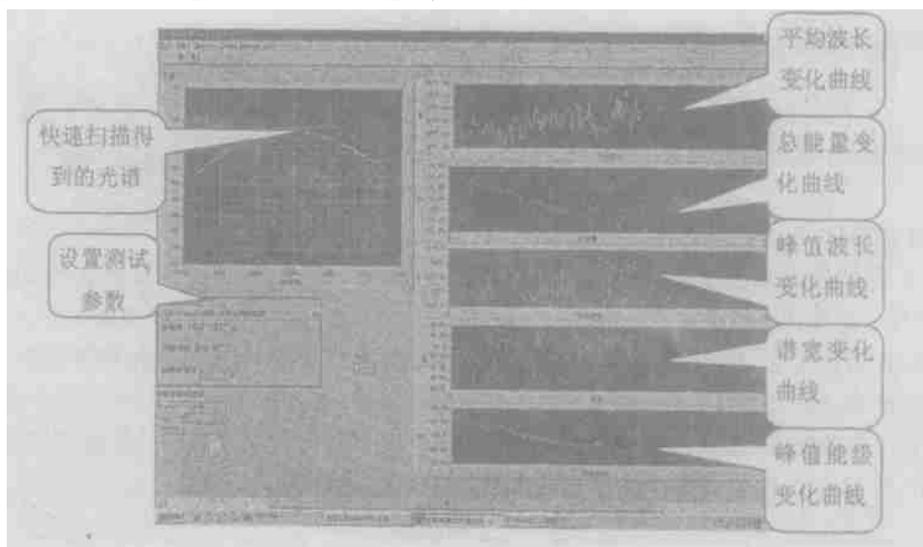


图 6 光谱特性长期实时分析程序前面板

采用上述测试程序不但减少了不必要的重复性操作,大大减轻了测试的工作量,降低了产生人为误差的可能性,而且节省了操作时间,使所得到的数据更加连续,对光源的评价更有价值,不会因为两次操作之间的时间间隔太长而产生测量值跳变的情况。

## 4 结束语

LabVIEW 是一个开放的平台,结合其他开发工具可以开发出功能强大的软件。上述测试软件就是利

用 LabVIEW 提供的外部接口在 PC 机上实现了光谱仪所有的功能,不但使测试工作更加简便、快速,而且它的实时显示功能使测试更加直观。上述光源测试软件有良好的可扩充性,只要稍作改动便可以实现不断的升级来适应更多的测试项目或者适应其他光源的考核和评价。

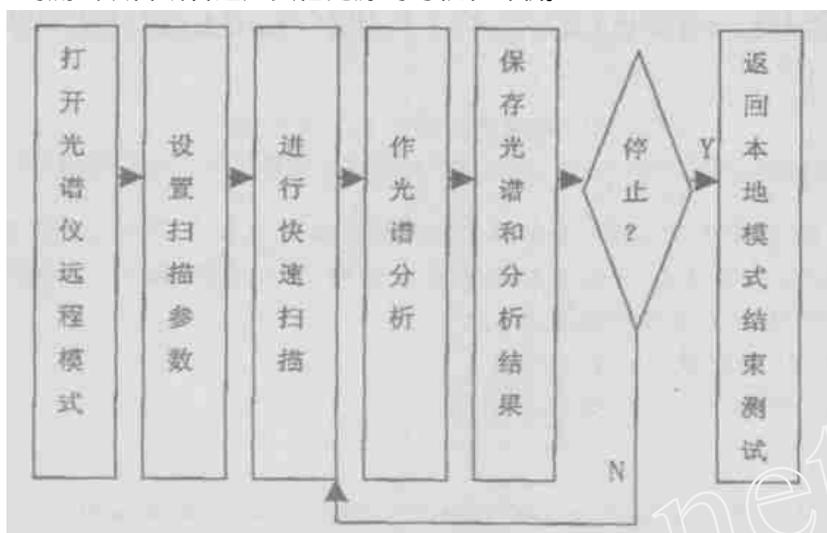


图 7 光谱特性长期实时分析程序流程图

## 5 参考文献

- [1] 拉斐尔著,张桂才,等译. 光纤陀螺仪[M]. 北京:国防工业出版社,2002
- [2] 杨乐平. LabVIEW 程序设计与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [3] 杨乐平. LabVIEW 高级程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2003
- [4] 张志涌. 精通 MATLAB 3 版[M]. 北京:航空航天大学出版社,2001.

## 消息

### 超导单光子探测器

来自俄罗斯和美国的一个研究小组对纳米结构的 NbN 超导单光子探测器进行了一系列测试。测试工作是在多种可见光和近红外波长以及 4.2K 的温度下进行的,测试的内容包括量子效率、千兆赫计数速率、跳动和噪声等效功率。测试结果表明,降低工作温度或者增强光子的耦合,同时使用四分之一波谐振器或者背反射镜,能够提高这种探测器的红外量子效率。谐振器还能减少不符合需要的计数。超导单光子探测器可用来研究量子键的分布,同时也适合其它一些应用。

(摘自《红 外》)