

掺铒光纤光源测试自动化技术研究

杨长望 柳建春 衣玲学

(北京航天时代光电科技有限公司, 北京 100094)



摘要: 通过分析掺铒光纤光源生产过程中的测试流程, 找到了制约掺铒光纤光源产能提升的瓶颈。提出了设备控制自动化、数据采集自动化和数据处理及报告生成自动化总体技术方案。在硬件方面引入了分光同步测试技术和分时复用测试技术, 简化了测试操作的过程, 在软件方面引入了 Visual Basic 和 Office 相结合的技术, 简化了数据处理和报告编写过程。通过采用设备自动控制、数据自动处理技术, 实现了从测试数据采集到测试数据处理直至测试报告生成全流程自动化, 提升了测试效率。

关键词: 掺铒光纤光源; 测试; 自动化; 数据处理

Research on ASE Test Automation Technology

Yang Changwang Liu Jianchun Yi Lingxue

(Beijing Aerospace Times Optoelectronics Technology Co., Ltd., Beijing 100094)

Abstract: By analyzing the test process in ASE production process, the bottleneck restricting ASE production capacity is found. The general technical schemes of equipment control automation, data acquisition automation, data processing and report generation automation are put forward. In the hardware aspect, the testing technology of time-sharing multiplexing and optical synchronization is introduced to simplify the testing process. In the software aspect, the technology of combining Visual Basic and Office is introduced to simplify the process of data processing and report writing. Automatic instrument control and automatic data processing were introduced for testing data acquisition, processing, analyzing and report generation automatically, which completely improves testing efficiency in the end.

Key words: ASE; testing; automation; data processing

1 引言

掺铒光纤光源(简称铒源)具有输出光功率大、光谱宽、波长稳定性好、偏振相关性低等特点^[1], 可用于高精度光纤陀螺仪。随着高精度光纤陀螺仪在飞船、卫星、火箭上的应用, 多个型号进入定型批产阶段, 随之配套的铒源也走向批量化生产。

光源影响光纤陀螺性能的主要参数有输出光功率、光谱宽度、平均波长等^[2]。而输出光功率稳定性和平均波长稳定性是铒源设计的难点, 在生产过程中, 需要筛选测试每只铒源的温度性能, 测试其在高低温范围内输出光功率变化和平均波长变化。

在变温条件下, 测试光功率变化和平均波长变化难度大、过程复杂、耗时长, 成为严重制约整个铒源生产能力提升的瓶颈, 产能压力非常大。经过分析, 测试流程主要有以下两点问题: 操作仪器复杂, 多为手动操作, 且每个温度点重复操作; 数据处理为手动方式, 耗费时间长。

针对上述问题, 该研究通过对设备的自动控制、数据自动采集和数据自动处理等技术, 实现了从测试数据采集到数据处理直至测试报告生成全流程自动化, 提升了测试效率。

2 测试流程分析

作者简介: 杨长望(1988), 工程师, 电子科学与技术专业; 研究方向: 光电子器件技术、工艺数字化技术。

收稿日期: 2020-03-23

2.1 铟源指标测试

铟源装配完成后,需要通过温度性能测试(包括光功率变化和平均波长变化),然后再通过常温性能测试(包括输出光功率、平均波长、光谱宽度、消光比等)。

温度性能测试包括输出光功率采集、平均波长采集和原始数据处理三部分。在变温过程中以一定时间间隔记录数据,为了保证测试数据准确,在变温过程中需保持光路固定,光功率和平均波长需要单独两次温度循环测试,温箱完成一个循环大约需2h,加上处理数据的时间,温度性能测试占总测试时间的90%。

2.2 温度性能测试过程

铟源温度性能测试包括光功率变化测试和波长变化测试。

将被测铟源放置在温箱内,铟源输出端光纤引出温箱外连接光功率计,设置光功率计自动采集模式,开启温箱,保持铟源输出端光纤固定,在整个变温过程中自动连续采集输出光功率。

保持铟源在温箱内不动,再将铟源输出端光纤连接到光谱分析仪,再次开启温箱,依次将每只铟源输出端光纤插入光谱分析仪,测试并记录其平均波长,周而复始,直至整个温循结束。

变温过程中波长变化测试极其繁琐,操作工人需要轮流插拔光纤进光谱分析仪,整个过程需要注意力高度集中不能停顿。操作光谱分析仪对操作工人要求极其严格,且容易出现操作或数据记录错误,且轮流插拔光纤,将增加测试误差。

2.3 原始数据处理

光功率计自动采集到每个通道的输出光功率值,只需将数据导入到Excel模板,即可快速计算出变化率并绘制曲线。

对于波长变化率计算,需要手动将测试数据录入到Excel模板,然后计算其变化率并绘制曲线。此部分工作比较耗费时间,同时,录入数据容易出错。

最后将处理后的数据结果,编制成测试报告。

3 自动化技术方案

考虑到人力成本和引入的测试误差,提出采用自动化技术原理,将计算机软件代替人工手动操作。由上述分析可知,实现铟源自动化测试主要从三个方面入手,即设备控制自动化技术、数据采集自动化技术

和数据处理及报告生成自动化技术。

3.1 设备控制自动化技术

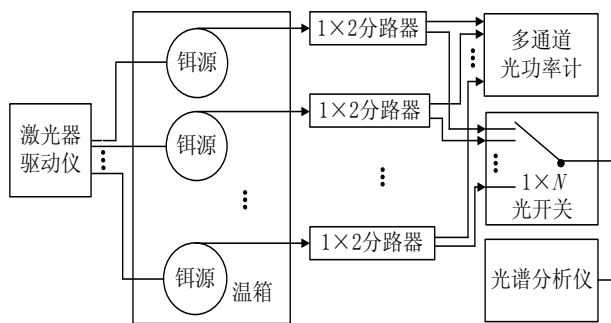


图1 测试设备连接示意图

为实现铟源测试自动化技术,首先需要测试设备的硬件支持。为了压缩测试时间,减少温循次数,提出光功率和波长同步测试技术,即在同一个温循下,可测试光功率变化和波长变化,测试原理见图1所示,待测铟源经过1x2分路器后,分成等比例的两束光,其中一束输入到光功率计,另一束经过光开关后,分时切换后输入到光谱分析仪。

3.1.1 分光同步测试技术

1x2分路器将铟源输出的光分成等比例两束,由于1x2分路器置于温箱外恒温环境,其分光稳定性高,引入的测试误差小。1x2分路器将待测铟源光信号分成两束,分别用于测试光功率变化和波长变化,实现了铟源光功率和波长分光同步测试技术,使得在同一个温循下,可同时测试光功率变化和波长变化,减少了一个温度循环,提高铟源温度性能测试效率。

3.1.2 分时复用测试技术

1xN光开关可分时切换光信号,通过外部软件控制,某一时刻可选通其中指定的某一通道,将光信号输入到光谱分析仪测试波长。1xN光开关同样置于温箱外恒温环境,其光切换稳定性高,引入的测试误差小。1xN光开关实现了波长分时复用测试技术,使得在一个温循过程中一台光谱分析仪可测试N个通道光波长信号,减少了测试硬件成本。

3.2 数据采集自动化技术

整个自动化系统还有其他设备,包括温箱、多通道光功率计、光谱分析仪和激光器驱动仪,均具有通讯控制接口,可连接计算机进行远程控制和数据采集,是组成整个自动化控制技术方案的必要条件^[3]。

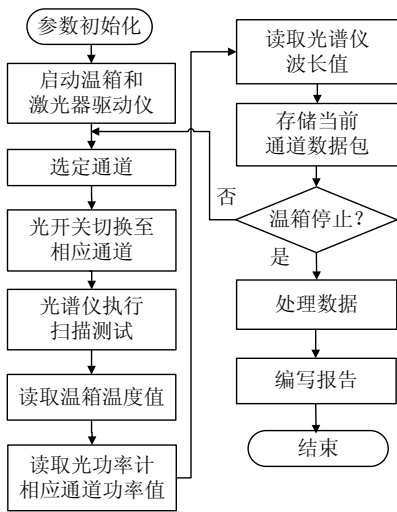


图 2 测试系统工作流程图

除 1×2 分路器外，所有设备均接入计算机，在测试软件的控制下，实现全程自动化控制及数据采集功能，如图 2 所示。

a. 初始化后启动仪器，软件将执行选定通道操作，根据预设的待测通道数，轮流循环选定，直至整个温箱过程结束，温箱停止；

b. 根据所选定的通道，计算机输出控制指令，光开关切换到相应的通道上，此时光谱分析仪连接到该通道的铟源上，计算机向光谱分析仪发送指令，执行扫描测试操作；

c. 待光谱分析仪扫描测试完成后，计算机发送指令到温箱、光功率计和光谱分析仪，读取温度、相应通道上的光功率值和波长值，并存储成具有通道和序号标识的数据包；

d. 采集完一个通道的数据后，软件将判别温箱是否停机，如果停机，则处理数据，生成报告，结束测试，如果未停机，则返回到选定通道操作，继续测试。

3.3 数据处理及报告生成自动化技术

本方案中的测试软件使用 Visual Basic 开发，可以很好地与 Office 办公软件交互^[4]，先调用 Excel 模块统计和分析数据，生成图表曲线，再调用 Word 模块可自动生成报告^[5]。

测试数据以逗号分隔值文件“.csv”存储，每一条记录由“温度”、“波长”和“光功率”组成，以行的形式记录，当整个测试完成后，将形成一个数据表格，见表 1。

表 1 测试数据表（部分）

序号	通道1温度/℃	通道1波长/nm	通道1功率/mW	通道2温度/℃	通道2波长/nm	通道2功率/mW
1	24.44	1543.469	6.180	24.44	1542.480	7.301
2	24.05	1543.470	6.181	23.85	1542.482	7.303
3	21.58	1543.475	6.178	21.17	1542.480	7.299
4	18.21	1543.477	6.173	17.83	1542.483	7.296
5	15.42	1543.480	6.166	15.17	1542.488	7.291
6	14.89	1543.483	6.159	15.09	1542.491	7.289
7	16.23	1543.486	6.157	16.27	1542.491	7.289
8	15.68	1543.486	6.154	15.53	1542.497	7.289
9	14.13	1543.484	6.151	13.96	1542.500	7.288
10	13.10	1543.484	6.146	12.97	1542.501	7.291
11	12.13	1543.487	6.139	12.02	1542.501	7.291
12	11.23	1543.489	6.132	11.15	1542.502	7.290

测试完成后，软件将自动调用外部 Excel 模块打开数据文件，分别自动选取“温度-波长”和“温度-功率”系列数据，自动拷贝到预先做好的 Excel 计算模板

中，并将自动绘制曲线，计算最大值、最小值和变化率，再自动从 Excel 模板中将曲线和计算结果拷贝到 Word 报告中，如图 3、图 4 所示，整个过程软件自动操作，无需人为干预。

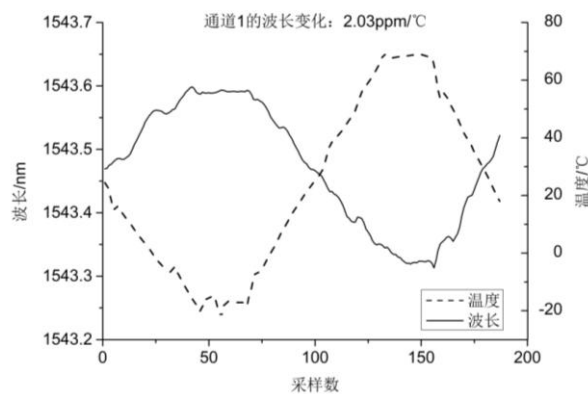


图 3 Word 报告中温度-波长曲线及结果

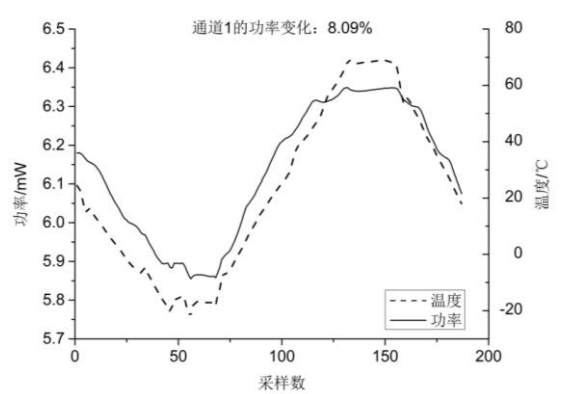


图 4 Word 报告中温度-功率曲线及结果

使用 Visual Basic 和 Office 办公软件相结合技术，可简化数据处理过程。测试软件界面如图 5 所示。

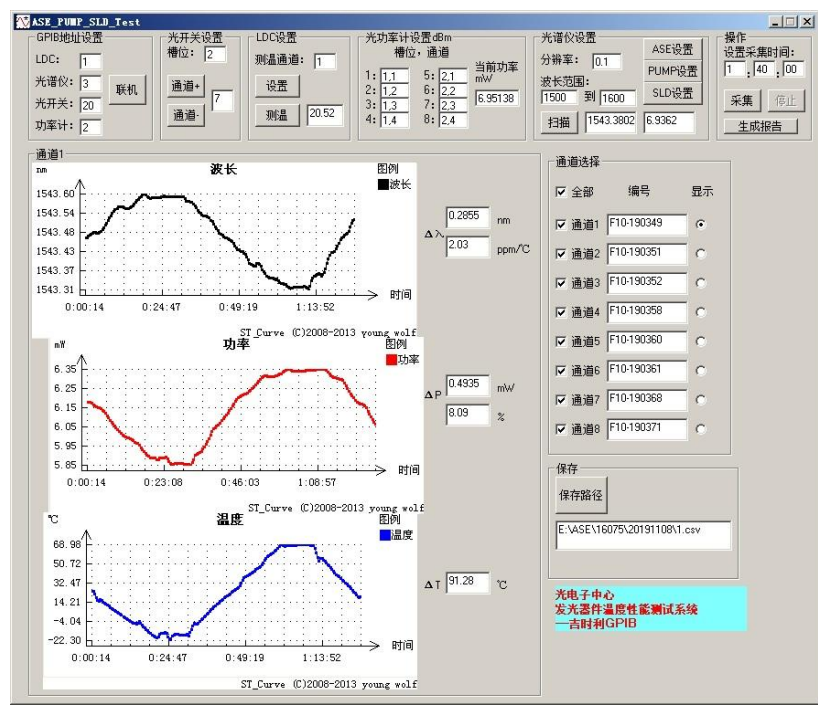


图 5 测试软件界面

4 结束语

该技术方案已经成功应用于本公司铟源批产测试中，有效地降低了铟源测试复杂程度和人为因素的干扰，大幅提升了自动化程度，测试效率提升了 70% 以上，同时也减小了测试误差。

通过对设备自动控制、数据自动采集以及使用 Visual Basic 和 Office 办公软件相结合技术，有效地解决了铟源测试过程中操作和数据处理复杂、人员依赖性强和耗时长等制约批量生产的瓶颈问题。

参考文献

- 1 王巍. 干涉型光纤传感用光电子器件技术[M]. 北京：科学出版社，2012
- 2 王巍. 干涉型光纤陀螺仪技术[M]. 北京：中国宇航出版社，2010
- 3 李江全. Visual Basic 数据采集与串口通信测控应用实践[M]. 北京：人民邮电出版社，2010
- 4 明日科技. Visual Basic 从入门到精通（第 4 版）[M]. 北京：清华大学出版社，2017
- 5 靳瑞霞. Excel VBA 基础与应用[M]. 北京：电子工业出版社，2017