

基于客户机/服务器模式的 DWDM 测试系统

作者： 陈永庞 杨连臣

职务： 工程师 高级工程师

单位： 光炬科技（深圳）有限公司

应用领域： 产品测试

使用的 NI 产品： LabVIEW 6i, GPIB 卡

挑战： 突破传统光无源器件最终测试中单工位单 TLS 的限制，通过网线和 GPIB 线，把多台计算机和仪器有机结合起来，用 LabVIEW 开发 TLS 共享的测试系统。

应用方案： 使用 NI 公司的图形化编程软件 LabVIEW，开发出一套基于客户机/服务器模式可以多工位时分共享 TLS 的 DWDM 最终测试系统，从而降低测试成本。

摘要： 在传统的 DWDM 的测试系统中，一个工位通常独占整套昂贵的仪器系统，仪器资源得不到充分利用，从而造成浪费，提高了测试成本。为了充分利用仪器资源，降低测量成本，缩短开发周期，我们使用 LabVIEW 开发了一套 DWDM 自动化测试系统。测试系统采用客户机/服务器、时分共享模式，通过网络通信，实现了多个工位控制单台 TLS（Tunable Laser Source）。从而突破了传统台式仪器的局限性，达到了共享 TLS、降低测试成本的目的。

引言

在光无源器件生产的领域中，昂贵的仪器占了测试成本的很大部分。而对产品的最终测试当中，TLS（Tunable Laser Source）则是仪器中最为昂贵的。充分利用 TLS，多工位共享 TLS 是有效降低测量成本的方法。

因此，我们开发了基于仪器共享的、多工位的自动化测试系统 Mocts（Multi-station Optical Component Test System）。

Mocts 简介

Mocts 是在传统测试系统的基础上实现多工位分时共享 TLS 的光无源器件测试软件，可以对器件的 IL、PDL 等主要参数进行测量（现在主要用来测试 DWDM）。图 1 是使用 LabVIEW 的 3D 控件制作的整洁和美观的 Mocts 主界面。Mocts 可以灵活地对仪器实现控制，可以实现单工位或多工位使用一台 TLS，视测量的要求而定。

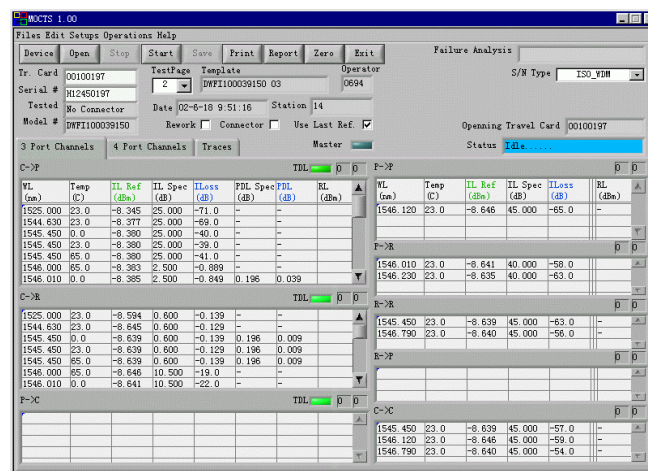


图1 Mocts 的主界面

共享（测量）原理

在光无源器件的最终测试当中，传统的测量方法是一个工位独占一台 TLS，在不同激光波长以及不同器件温度等情况下，由功率计测量光经过器件前后的功率值，并通过计算得到光器件的大部分性能参数（除切换光纤外，一切对仪器的控制和数据的采集、计算等操作，都是由电脑自动完成的）。以 DWDM 为例，每次切换光输入输出端口的时候 TLS 是空闲的。在改变器件的温度时，也必须等待器件与温度控制仪的温度平衡，此时 TLS 也是不使用的，所以 TLS 很多时间都是空闲的。我们开发的测量系统，就可以利用这段空闲时间，多工位共享一台 TLS。比如 2 个工位共享同一台 TLS，当一个工位正切换端口或者等待温度平衡时，另一个工位就可以使用 TLS。

1. 硬件装备

以 2 工位共享一台 TLS 为例，我们首先用 GPIB 线把 2 个工位上的 TLS 等仪器连接到一台计算机（把这台机叫做服务器或主机）上，两个工位上的两台计算机（把这些机叫做客户机或子机）通过网线和主机通信（使用 TCP/IP 协议）。TLS 通过一个一分二的 Coupler 将激光分到 2 个工位上，其他仪器的布置和传统测试系统一样（不同的是现在由主机控制所有仪器），如图 2 所示。图中给出了两工位共享单台 TLS 时与传统单工位独占一台 TLS 时不同的硬件装备部分。

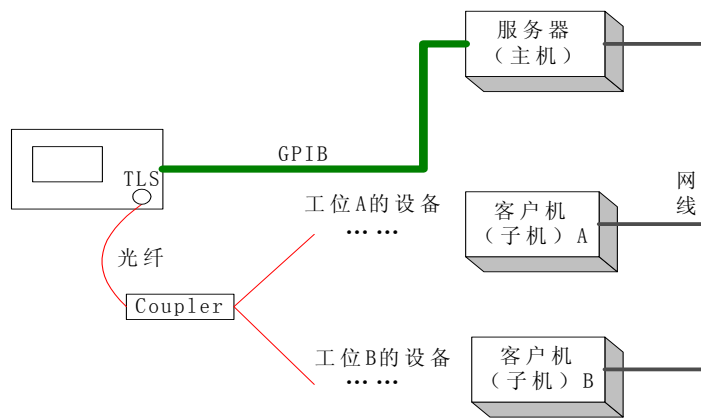


图2 两工位共享 TLS 的硬件装备简图

2. 共享的实现——任务管理器

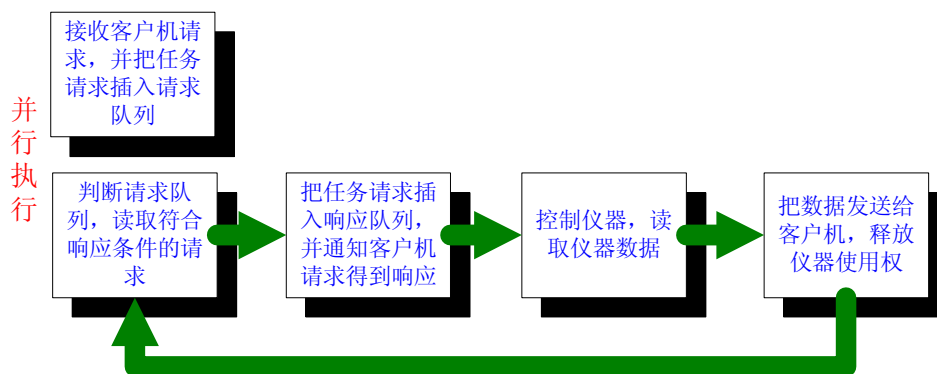


图3 任务管理器的基本原理

协调各工位对 TLS 的使用，是服务器中任务管理器的主要功能。任务管理器内有 2 个队列：请求队列和响应队列。当某一工位需要测量器件的时候，其客户机首先会通过网线向服务器提出任务请求。当服务器收到客户机的请求后，任务管理器便把该请求插入请求队列，排队等候响应（服务器任何时刻都可以接收客户机的请求）。同时，如果 TLS 处于空闲状态，任务管理器就在请求队列中按照一定规则找出符合响应要求的所有任务请求（如果请求队列为空或没有请求符合

响应要求，则等待），并把这些请求从请求队列移入响应队列，服务器便通知这些请求所对应的客户机：任务已经得到响应。接着，服务器按照这些任务的内容控制 TLS 和其他仪器，并把测量得到的数据发送给相应的客户机。当任务完成后，TLS 的使用权被释放，TLS 处于空闲状态。服务器又开始从请求队列中读取请求，开始重复整个过程。参见图 3。

协调客户机间对仪器的使用请求、减少冲突、减少客户机排队等候所需要的额外时间，必须对任务管理器进行优化。如果额外等候的时间太长，所增加的劳动等成本很有可能超过节省下来的 TLS 成本。中国大陆工人的平均工资比发达国家要低很多，适当增加等候的时间却可以省下价值几十万 RMB 的 TLS 是值得的。任务管理器对请求队列的读取，是按照入队时间、温度平衡时间、任务步骤、任务的优先级别进行的。

以目前的硬件装备，单工位独占一台 TLS，在测量 DWDM 的时候，一般总共需要 10 多分钟。而 2 个工位共享 TLS，只要额外增加 2、3 分钟的时间。此消彼长，实际可以把总的测量成本（包括劳动和仪器折旧等成本）下降 30% 以上。

3. 软件结构

图 4 是 Mocts 大致软件结构。整个软件包含服务器专用程序、客户机/服务器共用程序。服务器可以同时运行服务器专用程序和客户机/服务器共用程序。所以，服务器既可以控制仪器，也可以作为一个工位的客户机。客户机即使也拥有服务器专用程序，但因为不连接仪器，所以不能运行，而只能运行客户机/服务器共用程序。客户机/服务器共用程序中的界面程序负责响应用户对程序的操作，并调动其他模块和程序。数据处理模块对测量得到的原始数据进行。数据库操作模块是通过局域网负责把数据存入公司主服务器的数据库中或从数据库读取数据（使用 LabVIEW 的数据库工具包）。服务器和客户机之间的联系是靠通信模块来完成的。仪器控制模块则负责对仪器的控制，并把测量结果送给服务器专用程序的通信模块。

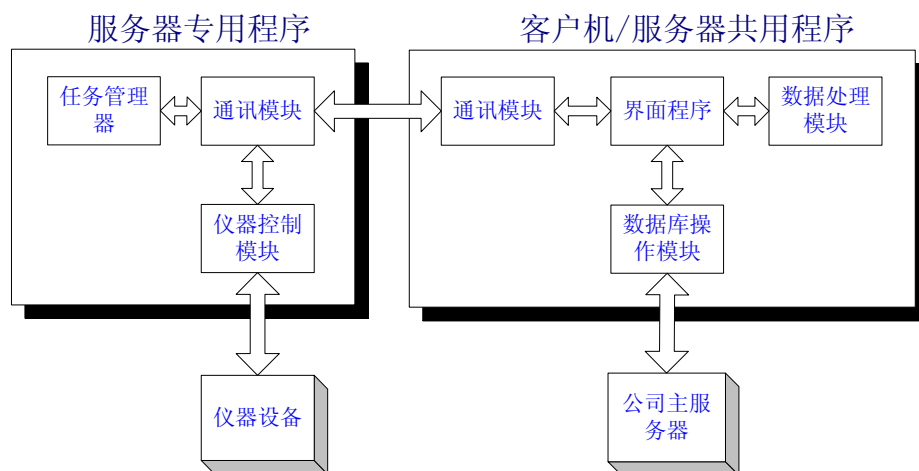


图4 软件结构

从另外一个角度看，我们可以把现在的服务器看成是一台仪器，现在的客户机和传统测试系统的计算机功能上相当，也是负责控制“仪器”（现系统内服务器是“仪器”），并从“仪器”上采集测量数据，计算出各参数。

共享的限制

限制我们共享 TLS 时客户机数目的因素并不是软件，而是 2 个主要的硬件因素。

1. TLS 没有足够的功率。

我们使用的 TLS 输出功率有限（在常用的波段只能达到 300 多 μW ），所以不能把 TLS 的光分得太多路给子机共享。否则输入功率不足够，在测量回波损耗等参数时，因被测量的输出功率

太小，超出功率计的动态范围，或各种噪声已经不能忽略，这将导致测量的误差。以现有的 TLS 的性能，分 2 路最适合。

图 5 显示了当不分光共享 TLS 时在 TLS 整个波段上（TLS 在边缘波长上的输出功率值实质上并没有达到预定的值 $300\mu\text{W}$ ）采集得到的回波参考值（即没有连接器件时系统本身的回波功率值）。白线是滤波前的值，黄线是滤波后的值。可以看到，光功率很小时，噪声很大，已经接近功率计的动态范围了，如果把 TLS 的光再分 4 路，以现在 TLS 的输出功率，根本没有办法把回波损耗测量准确。

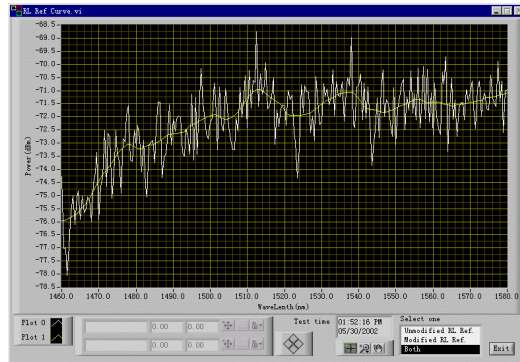


图 5 在 TLS 的整个波段上的测量到的回波参考值

2. TLS 空闲时间不足。

在 DWDM 测量中，需要测量 PDL 的波长较多，而现在测量 PDL 的方法是用随机扫描法，测量时间较长，所以导致一台客户机有时占用 TLS 的时间较长，其他客户机等待时间相对变长。为了平衡节省 TLS 成本和增加额外等候时间的矛盾，以现有测量 PDL 的方法，一台 TLS 只能供 2 个工位使用。

使用大功率低噪声 TLS（现在安捷伦已经有售功率大 10 倍的全波段 TLS 了，且价格和现在我使用的 TLS 差不多），用米勒矩阵法代替随机扫描法去测量 PDL（可以大大减少测量 PDL 的时间），是增加共享客户机数目的有效办法。此外，TLS 功率的增加，还可以让我们在共享 TLS 的情况下测量除 DWDM 以外更多的光无源器件。

Mocsts 的主要功能

Mocsts 除了可以测量如图 1 所示光无源器件的 IL、PDL、RL、TDL 等参数外，还可以把器件在指定波长范围内的损耗随波长变化的曲线使用快速的方法扫描下来。图 6 是 DWDM 器件样本 C→P 扫描得到的曲线。我们使用了 LabVIEW 现成的强大而容易使用的图形控件，方便直观地显示曲线，并可对图形进行各种操作。通过这条曲线，我们可以计算出器件的通带等主要参数。

Mocsts 除了可以把数据存入数据库外，还可以实现打印指定器件报告等功能。

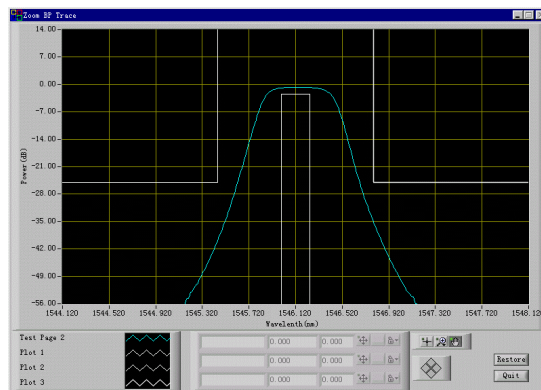


图 6 C→P 的扫描曲线

总结

经验证，Mocts 对 DWDM 测量得到的数据和传统测试系统在误差范围内保持一致，且重复性也很好，和传统测试系统不分伯仲。

在市场竞争日益激烈的今天，特别是在光通信行业还处于低谷的时候，降低产品的成本是保持竞争优势的有效手段。我们抓住测量成本中的主要矛盾——TLS 的成本高，开发出最终测试系统 Mocts 共享 TLS，大大降低了测试成本。

此外，我们使用了易学易用易调试的 LabVIEW 作为开发工具，不仅缩短了我们的开发周期，而且对软件的维护和升级也很容易和方便，即使我们不是软件工程师（刚开始时我们都不会使用 LabVIEW，是在短时间内靠 LabVIEW 的帮助文档自学并开发出新系统的）。编程时间的缩短，我们不仅可以对不断变化的市场作出迅速的反应，对软件进行相应的升级，以适应市场和客户的要求，而且可以把编程的精力更多地转移到其他方面的研究上。LabVIEW 作为完全能胜任测量测试应用的编程软件，它为我们这些要实现自动化测量却非软件专业的工程师提供了出路和捷径。因此，我们放弃使用功能虽强但难于掌握和使用的 Visual C++，而用已被广泛应用在测量测试领域中的图形化编程语言——LabVIEW。