

## Cover Feature

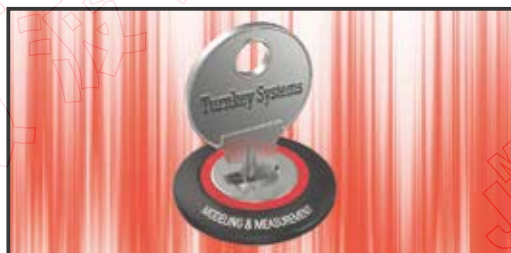
### 封面专题

特约文章  
是德科技  
美国国家仪器  
Maury微波公司  
福科斯微波公司

# 集成交钥匙建模与测量系统

## Integrated, Turnkey Modeling and Measurement Systems

**编者按：**许多公司一直在寻求完全集成的交钥匙系统解决方案，以顺应严格的产品上市时间要求，以及日益复杂和难以组装的建模/测量系统。《微波杂志》邀请世界著名的软件和测量公司对其在此领域的产品进行了回顾，包括他们为客户提供的优势。是德科技、美国国家仪器、Maury Microwave 公司和福科斯微波公司回顾了自己在综合建模/测量解决方案领域的能力，这些解决方案大多数包含多家公司的软件和硬件组件，汇集各家所长构成完整的交钥匙系统解决方案。



### 半导体晶圆上测量交钥匙解决方案 Turnkey Solutions for Semiconductor On-Wafer Measurements

Yoshiyuki Yanagimoto, 是德科技,  
美国加州圣罗莎

随着半导体技术的不断发展，产品上市时间日益缩短，工程师对测试精度的需求也不断攀升。不过，这些趋势往往与开发和制造过程中精确表征半导体元件和器件的需求背道而驰。其中一个问题是，配置和组装测量系统以处理此任务通常需要很长的时间。例如，在用于毫米波测量的典型晶圆级测量系统中，必须正确地配置和组装超过 25 根至 30 根的电

缆。系统的评测、订购、装配和验证可能要花费半导体测试工程师几个月的时间。而且由于其复杂性极高，工程师非常有可能漏掉某根电缆、某个连接器或机械元件，导致试运行进一步延迟。

测量系统中使用的软件对工程师而言也具有挑战性。这样的系统通常包括由多个软件控制的探针台、测量仪器和校准部分。这意味着工程师在操作一个系统时需要与不同的用户界面打交道。即使是技能高超的工程师也需要努力好几个月甚至几年，才能实现自动化测量。最近的客户调查显示，客户认为当务之急是要开发出一种软件解决方案，既能有效地控制探针和仪器，又能保持必要的灵活性以满足不同的测量需求。

应对这样的挑战，需要一个集成的交钥匙系统，它能快速、准确地对半导体元件和器件执行先进的直流、射频/微波/毫米波、高功率和闪烁噪声测量。是德科技和 Cascade Microtech 公司着手于 2014 年 6 月交付这类系统，并推出晶圆级测量解决方案（WMS）。

# 从产品 到解决方案

## RF 微波 毫米波

在标准及定制射频微波开关产品的设计, 测试和制造方面, Ducommun 积累了45年的经验

### Ducommun

#### 同轴开关

- 频率: DC 到 8 GHz
- 功率: 10 W CW
- 工作温度:  
-30°C 到 +70°C
- 低插入损耗
- 高隔离度
- 所有热真空室均可使用



#### 手动控制开关

- 频率: DC - 22 GHz
- 型号: 单刀双掷开关 (SPDT),  
双刀双掷开关 (DPDT)、  
单刀8掷开关 (SP8T) 等
- 功率: 200 W CW
- 适用于实验室测试



#### 超宽带固态开关

- 频率: 0.05 GHz - 67 GHz
- 型号: 从单刀单掷开关 (SPST)  
到单刀8掷开关 (SP8T) 系列
- 低插损
- 高隔离
- 全固态设计
- 开关速度: 100 纳秒 (典型)



欲了解更多信息,  
请联系我们的销售团队  
☎ +1 (310) 513-7256  
✉ rfsales@ducommun.com  
📱 微信号: rfsalesducommun

杜力联系



图 1. 采用是德科技测量仪器和 Cascade Microtech 公司探针台的典型 WMS 配置。

WMS 提供完整配置且经过验证的射频测量解决方案, 以满足晶圆上测量在技术层面和数量层面不断增长的需求 (见图 1)。迄今为止, WMS 已测试过 80 多种配置, 执行过 1800 多次校准。自首次发布 WMS 以来, 越来越多的半导体测试工程师需要完整的解决方案而不是一堆来自不同供应商的单独部件, 来实施半导体元件和器件开发和制造。

#### 集成交钥匙解决方案

WMS 方案响应这一需求, 从以下三个层面为晶圆上测量提供交钥匙

解决方案: 配置保障、安装/验证保障和支持保障。这三个层面至关重要, 它们不仅确保测量系统是交钥匙方案, 而且可以快速、准确地进行当今半导体测试工程师所要求的测量。

有了配置保障, 是德科技和 Cascade Microtech 公司保证, 一旦在交付的系统中发现缺失部分, 他们将免费补足。他们确

保交付完整系统的方法之一是三方联合会议, 基本上在新合作开始之初, 工程师即会参与是德科技/Cascade Microtech 公司的销售团队会议。三方联合会议使得工程师无需单独与各公司的销售团队会谈。这不仅有效提高了时间利用率, 而且可以确保终端系统具备合理、可靠的配置, 满足工程师的需求。它还有助于确保系统中没有缺失部件或粗心大意造成的错误, 而这样的情况在各方单独会面时很容易发生。

安装保障使得工程师能在购买时提出不同的服务需求, 如安装服务、现场功能验证、测量咨询、应用培训以及完整的系统验证和性能, 所有这些均由应用专家提供。这些服务消除了工程师在安装测量系统时面临的困难, 并使得首次进行测量的时间大大缩短。是德科技 WaferPro Express 软件的专门设计, 使工程师能够迅速设置并执行自动测量和系统性能验证。当出现系统级问题时, WMS 方案中的支持保障可通过单点联络为工程师提供支持, 免得工程师不知道联系哪家公司。

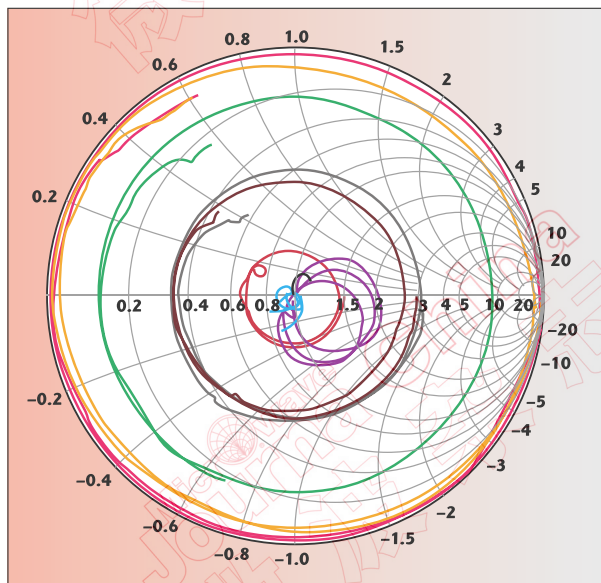


图 2. 是德科技验证基板利用史密斯圆图更大范围的覆盖来验证系统。

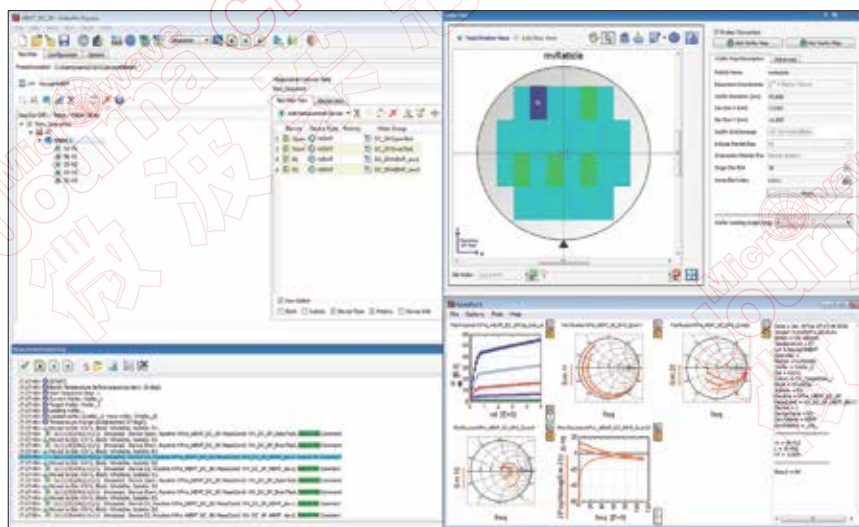


图 3. WaferPro Express 软件实现交钥匙自动测量和完全定制。

### 预先配置的系统选件

为了进一步简化晶圆上测量的过程，缩短首次进行测量的实际时间，各公司花费了大量时间对常用测量仪器组合进行评测，包括是德科技的 B1500A 半导体器件参数分析仪、N6705B 直流电源分析仪、PNA 和 PNAX 网络分析仪、毫米波扩展座和 Cascade Microtech 公司的多种探针台（如 Summit™/Elite300™/CM300 系列探针台）和探针（如 Infinity® 探针）。正是这样的努力，使得一些预先配置的系统具备性能保障。购买这些系统时，厂家将提供系统技术指标用作安装验收标准。

### 实现系统性能验证

WMS 方案的关键优势之一是不仅能对完整的晶圆上测量系统性能做出保障，而且能在安装过程中进行验证。比如说，WMS 方案可验证整个系统的直流泄漏和噪声。而在此之前，直流泄漏和噪声只能分别在 Keysight B1500A 半导体器件参数分析仪的端口，或在独立的 Cascade Microtech 公司探针台进行标定。

对于射频测量，应用专家采用新

开发的、高达 110 GHz 的是德科技验证基板（KVS）对探针的 S 参数进行验证。KVS 包含多个器件，如失配线（Beatty 标准）、25 Ω 和 100 Ω 串联电阻，以及开路、短路、负载和传输线标准件，以便更可靠地验证 S 参数测量结果（见图 2）。

KVS 能够进行更可靠验证的原因之一在于其验证标准覆盖史密斯圆图的更大区域。相比之下，传统的验证采用开路、短路、负载和传输线标准件，只在史密斯圆图的最外圈和中心点做验证，使得验证受到很大限制。使用 KVS 验证整个测量系统，并通过测量直流泄漏和噪声，工程师能够获得对于测量系统整体性能的更大信心。

### 降低测量设置复杂性

是德科技和 Cascade Microtech 公司联合开发的软件平台，可与晶圆上测量系统的所有必要部分对接。WaferPro Express 平台实现晶圆级器件和电路元件（见图 3）的自动表征。它具有 50 多个交钥匙测量驱动程序和众多测试实例，便于工程师立即执行所需的测量。工程师无需浪费

时间学习多个软件，即可开始操作和编写自动化程序。通过有效地控制晶圆上测量系统的所有元件——包括仪器和探针台——WaferPro Express 能为工程师降低测量设置复杂性，并为高效自动测量和数据管理提供统一平台。

凭借其配置保障、安装/验证保障和支持保障、KVS 验证和 WaferPro Express 软件，WMS 方案为充分满足晶圆上测量需求提供了出色的交钥匙解决方案，无论是在半导体产线进行测量，还是研发团队需要海量数据的测试应用，如器件建模、流程监控、可靠性和元器件表征。在执行这样的任务时，工程师无法再承受评测、订购、组装和验证传统测量系统通常所需的时间。对于当今的半导体测试工程师而言，WMS 方案的好处在于能够实现精确和可重复的测试、更快执行首次测量以及保障多个位置间的数据相关性，这一切确保当今的半导体测试工程师可以进行准确、快速的元件和器件级直流和射频测量，使得产品能按时推向市场。



### 基于 PXI 高速非线性测量系统的高级自定义模型 Customized Advanced Modeling through PXI-Based High Speed Nonlinear Measurement Systems

David Vye and Marc Vanden Bossche,  
美国国家仪器，美国德州奥斯汀

器件建模，尤其是 RF 频率及以上的晶体管表征已经成为研发人员