

ARGOSY™-40GHz 射频器件综合测试分析机

Prepared for:

Strategic Partners

MET Technology Ltd.

A: Building N4, GENWAY I-Park, SIP, Suzhou

E: info@rf-met.com

W: www.rf-met.com

Issued date:

11.15.2023

Valid till:

11.15.2024

Statement of Confidentiality

This material contained in our response and any material or information disclosed during of discussions of the proposal represents the proprietary, confidential information pertaining to our services, methodologies and methods. Other products name and brand may be trademarks or registered trademarks of their respective owners.

MET ARGOSY™ 射频器件综合测试分析机

1. 主要特点:

- 全自动端口分配, 链路校准;
- 完备的射频测试项;
- 全自动测试, 满足测量精度与效率;
- 图形化界面, 简洁易操作;
- 专用扩展件实现高阶测试功能;
- 优异的基础仪表平台;



➤ 频谱参数/线性度/谐波...

➤ S参数/Gain/VSWR...

➤ 噪声系数(Y因子/冷源法)

➤ 源测量/功率参数

➤ 高功率扩展

➤ 相位噪声(超低底噪)

➤ 射频时序测试

➤ 矢量信号分析

MET ARGOSY™ 射频器件综合测试分析机是一款针对射频测试的通用机台, 能够适用于绝大部分射频器件和射频模组的测试, 实现八大类射频指标参数的自动化测试。该系统采用模组化测试单元, 能够提供可灵活裁剪的射频测试能力, 并且预留了丰富的控制接口, 能够集成各类分选机 (handler), 温控设备 (老化箱, 热流仪), 探针测试系统 (探针台, 探针卡) 等检测设备。

在测试软件系统方面, ARGOSY™ 专为自动化测试而设计, 校准和测试流程一体化, 无需人为干预, 结合强大的修正算法和功能丰富的测试软件保障测试流程一键完成。此外, 多款独家 IP 内核选件助力使用者全面提高测试精度和效率。

ARGOSY™ 射频器件综合测试分析机台由基础平台和扩展选件两部分构成。

2. 配置方案:

MET ARGOSY™ 基础平台

基础测试平台	
基础硬件平台	基础硬件平台，为设备提供基础框架，实现整机各单元互连
基础管理软件	设备管理，测试项配置，DUT 配置，执行测试项自动测试
射频切换单元	
基础配置功能	多端口射频切换矩阵，完成射频链路自动分配，校准与测量
散射参数 (S 参数) 测试单元	
基础配置功能	实现 S 参数测试，支持多端口，大动态范围，高迹线稳定度
频域测试单元	
基础配置功能	提供高灵敏度、高分析带宽的频谱分析能力，能够对被测件进行频域参数的测量
功率与线性度测量单元	
基础配置功能	可实现各类射频功率测量和线性度指标的测试与分析
相位噪声测试单元	
基础配置功能	使用频谱分析法，实现相位噪声测试
电源测试单元	
基础配置功能	提供高效，低纹波供电的同时完成源测试，具备报警和自动保护能力
射频时序测试单元	
基础配置功能	一键式操作，高效完成射频时序测试
数字综合控制单元	
基础配置功能	支持多种数字通信接口，包括：GPIO、SPI、MIPI、GPIB、LAN 等

MET ARGOSY™ 扩展选项

散射参数 (S 参数) 测试单元	
高功率测试 Box	将测量端面功率提升到 25dBm~50dBm, 系统链路功率自动保护
动态范围扩展 Box	提高矢量网络分析仪的动态范围
高功率本振混频器测试 Box	实现混频器的 S 参数测试, 多端口自动校准
非理想负载修正	独家校准修正算法, 修正非理想负载对测试结果的影响
高速测量	独家有理函数逼近算法, 实现 S 参数的超快速测量
频域测试单元	
矢量信号测试分析	实现矢量信号的测试与分析
杂散测试分析	使用窄分辨率带宽和低噪声基底进行快速测量
宽带信号测试分析	使用宽带信号进行测试分析, 实现调制信号的测量与分析
功率与线性度测试单元	
谐波测量分析	可实现二次和多次谐波测试, 自动扫描, 功率精准
低互调测量	降低失真基底, 实现低互调测量
高精度功率测量	矢量功率校准, 实时功率监控, 提升绝对功率稳定度
噪声系数测试单元	
冷源法噪声系数测量 Box	低噪声接收机, 源匹配/负载匹配 Tuner, 全自动校准, 支持矢量噪声测量
Y 因子噪声系数测量 Box	利用噪声源, 采用 Y 因子法实现噪声系数测试
相位噪声测试分析单元	
相噪测量	基于频谱分析的相噪测量软件
高级相噪测量 Box	采用相关法实现高精度, 高灵敏度的相位噪声测试, 独家算法内核, 速度快, 精度高, 灵敏度高

3. 性能对比与特色功能

3.1 射频切换单元

3.1.1 主要性能

MET ARGOSY™ 射频切换单元采用数字接口控制，提供至少 8 路射频链路，配合 *ARGOSY™* 测试机台的其他测量单元，能够完全实现自动化的链路分配、链路校准和射频指标测量等全部功能。射频切换单元具备切换时间短、测量速度快、链路插损低等优异性能。为了实现各个射频指标的测量精度，*MET* 充分考虑了测试端口匹配、大功率测试、非线性压缩、开关切换稳定度等多方面的测试要求，并针对性地进行专门设计，使得 *ARGOSY™* 配属的射频切换单元能够胜任射频器件综合自动化测试的所有精度和稳定度要求。

射频通道数	8/16/32 RF PORTs
类型	S 参数全交叉
频段	DC-20/40/67GHz
通道隔离度	70dB (min.)
主开关寿命	1000 万次(typ.)
承受功率	50 W (typ.)
端口驻波	1.8 (max.)
端口连接器	2.92mm-Female (typ.)
链路插损	< 3 dB

3.1.2 特色功能

1) 全交叉设计

ARGOSY™ 的射频切换单元支持完整交叉测量，能够测定多端口被测设备的所有 S 参数组合。

2) 链路自动分配、自动校准、自动测量

ARGOSY™ 的射频切换单元根据不同的测试项，通过数字接口进行控制，完成测试单元和被测件的链路分配，同时加载校准状态，实现自动测量。不同的测试项对测

试链路的要求不同，因而，*MET*采用针对性的链路优化保障测试链路的精度、灵敏度和稳定度。典型地，*ARGOSY™*的射频切换单元支持如下链路交换。

合路链路：将两路射频源输出合成一路，切换至测量端口，可支持双音低互调测量。

耦合链路：将耦合器切换至测量端口，主路直通信号支持功率测量，旁路耦合信号支持高精度功率监控与校正，可以获得比测量单元更精准的功率测量，也可以根据耦合信号的功率反馈实时调整射频源的功率，实现功率闭环监控。

负载链路：多端口被测件在测量时，往往有一些端口是不需要接入测试链路的，这些空置端口的非理想匹配特性会影响测试准确性，*MET*采用内置负载配合矩阵切换，可以将这些端口全部接入 50Ω 负载，并通过算法将转接的负载链路转换为理想负载链路，大大减少失配对测试结果的影响。

功率放大链路：对于在测量端面有大功率测试要求的场景，例如无源混频器的测试，射频开关的 P_{1dB} 测试，高功率谐波测试等，需要测试系统的端口能够提供大功率射频信号。*ARGOSY™*的射频切换单元将功率放大单元集成到链路内部，提升了端口测量功率，并进行一体化校准和保护，既提升了测试的精度，又保证了测试的安全性。

3.1.3 选件清单和说明

端口数量可选；8/16/32 PORTs

频率范围可选；20/40 GHz

3.2 散射参数（S参数）测试单元

3.2.1 主要性能

*ARGOSY™*散射参数（s参数）测试单元，采用矢量网络分析单元对射频器件的s参数进行测量。基于*ARGOSY™*的三类基础平台，关键指标如下：

性能指标 (典型值)	基础平台 <i>MET</i> PXIe 测试板卡	基础平台(通用仪表) 中档通用网分仪	基础平台(高级仪表) 高档通用网分仪
---------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------

动态范围		≥ 105 dB (30 GHz to 35 GHz)	≥ 129 dB (30 GHz to 35 GHz)
扫描速度		19.7 ms (From 9 GHz to 10 GHz. BW=500 kHz, 1601 points)	27.2 ms (From 9 GHz to 10 GHz. BW=500 kHz, 1601 points)
输出功率		-30 dBm to 0 dBm (20 GHz to 30 GHz)	-80 dBm to +12 dBm (20 GHz to 25 GHz)
迹线噪声		≤ 0.012 dB (spec., RMS)	≤ 0.005 dB (spec., RMS),

3.2.2 特色功能

1) 全自动：校准，测量，数据处理；

ARGOSY[™] 散射参数 (S 参数) 测试单元与射频切换单元相结合，实现了针对被测件（两端口或多端口）的全自动校准和测量。在测量过程中，*ARGOSY*[™] 机台为了提升测量精度和速度，会对测量结果进行例如非理想负载修正、有理函数逼近等数据处理，令使用者在不同的测试需求下都能得到最优的测量结果。

2) 全自研：校准算法，端口扩展，去嵌等高级测量技术；

MET 在基础校准模型、校准端口扩展和高级校准方法上拥有完整的技术储备，用户在使用夹具对被测件进行测量时，可以调用或定制化采用 *MET* 自研去嵌技术，以提升测量结果的准确性。

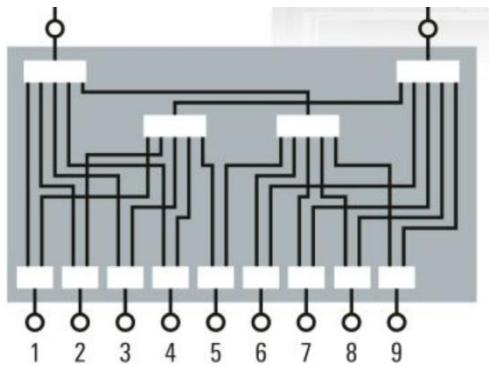
3.2.3 测量应用技术

1) 基于非理想负载的修正技术

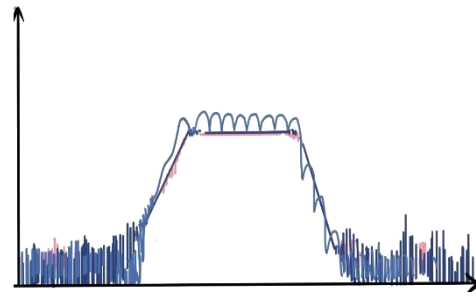
当 DUT 为多端口器件时，有两种 S 参数的测量方式。

一是：使用与 DUT 端口数相同的矢量网络分析仪进行测试。缺点是多端口独立源的矢量网络分析仪价格非常昂贵。

二是：使用开关矩阵，将双端口矢网进行端口数量的扩展。缺点是，最终测量阶段仍然是两两激活端口，其他端口处于空接状态。例如，在测量 S₈₉ 时，DUT 的端口 1-7 没有被连接到理想 50Ω 的负载上(如下图 a)，会导致此时的测量数据带有不理想匹配造成的失配误差(如下图 b)。*MET* 通过自研算法，通过对校准误差项的计算，来修正当端口负载不理想时引入的测量误差。



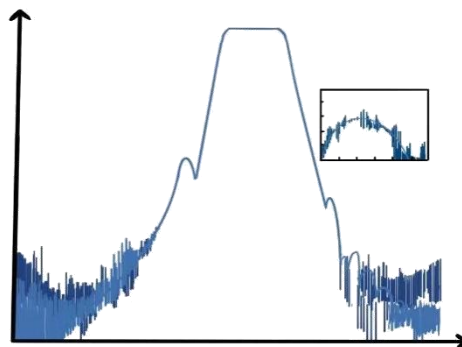
(a)



(b)

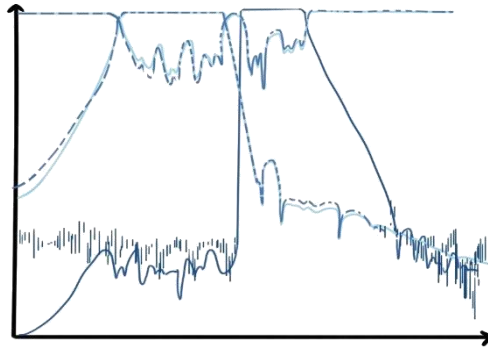
2) 基于功率提升的动态范围扩展技术

矢量网络分析仪的动态范围是直接影响测量速度的关键选项，当 DUT 的测试指标较高时，为了使测量结果不被淹没在仪表的底噪中，我们只能通过降低中频带宽 (RBW) 来降低本底噪声。*MET*[®]在保证测量速度不变的情况下，在定向耦合器前端增加功率放大器，提升前向功率，并结合自研校准算法，将仪表的本底噪声降低。



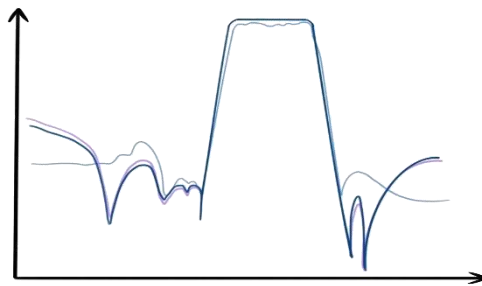
3) 基于有理函数逼近的加速测量技术

在 s 参数的测量中，能够执行的测量点数是仪表的关键指标，在保证迹线测量精度的前提下，减少测量点数能够大幅度提升测量速度。从另一个方面来说，在扫频模式下，为了能够保证迹线在频率上的分辨率，往往需要增加测量点数，这样才能够得到精确的测量结果。*MET*[®]通过对被测件建立数学模型，在变换域采用有理函数逼近，使得只需要从仪表中采集极少量的测量点数，即可恢复被测件的全部 s 参数。有效地提高了测量效率。



4) 载具损耗的监控与校正技术

大部分 DUT 的测量，是需要在物理电路环境中进行了，或者通过带有夹具/载具类的测试工装才能进行测试。在一般的测量中，使用者会对测试载具进行简单的去嵌，而后之间进行测试。但是，为了测试的准确性，MET®在进行高精度去嵌的同时，仍然能够通过自研算法和测量操作，对载具的磨损情况进行监控，并且保存载具的变化量，再实时校正测试结果。



5) 混频器测试应用：本振功率扩展和精度提升

混频器的 S 参数测试需要使用多端口多独立源的矢量网络分析仪，但是这种仪表往往价格昂贵。MET®为用户提供了一种使用外部独立源的测试解决方案，并在此基础上增加了功率扩展的能力，同时配备定向耦合器进行功率校正，大大提升了混频器测试精度和测试能力。

3.2.4 选件清单和说明

选件名称	选件代码	说明	备注
高功率测量	BO1	选件包括软件和硬件，将测量端面功率提升到 25~50dBm，系统自动保护	仅高级仪表可选

动态范围扩展	BO2	提高矢量网络分析仪的动态范围	仅高级仪表可选
高功率本振混频器测量	K4	为硬件选件，实现混频器的 S 参数测试，多端口，自动校准	
非理想负载修正	K103	为软件选件，独家校准修正算法，修正非理想负载对测试结果的影响	
高速测量	K104	为软件选件，独家有理函数逼近算法，实现 S 参数的超快速测量	

3.3 频域测量单元

3.3.1 主要性能

ARGOSY[™] 频域测试单元，具备高灵敏度、高分析带宽的频谱分析能力，能够对被测件进行频域参数的测量，如频谱测量、幅频和相频、群时延、ACLR 等测试参数。

3.3.2 特色功能

1) 全自动：测量，测试项优化

ARGOSY[™] 频域测试单元与射频切换单元相结合，实现了针对被测件（两端口或多端口）的全自动测量。在测量过程中，*ARGOSY*[™] 机台为了提升测量精度和速度，会自动优化测试项，合理配置基础硬件平台，令使用者在不同的测试需求下都能得到最优的测量结果。

2) 矢量信号分析

本系统可以对多种制式信号进行矢量信号分析，亦可定制对特定矢量信号的分析。分析带宽为 40MHz 或 200MHz。如果采用高配仪表，则分析带宽可以达到 2000MHz。

选件名称	选件代码	说明	备注
分析带宽 (通用)	B40	40MHz	
	B200	200MHz	
分析带宽	B320	320MHz	仅 <i>MET</i> 板卡或高

(高级)	B512	512MHz	级仪表可选
	B1200	1200MHz	
	B2000	2000MHz	
信号制式	S70	通用数字调制	
	S96	通用 OFDM	
	S7	模拟调制	
	S60C	瞬态线性跳频	
	S60H	瞬态跳频	
	S8	蓝牙	
	S91	WLAN	
	S10	蜂窝无线通信	
	S00	定制 IQ	

3.3.3 选件清单和说明

选件名称	选件代码	说明	备注
矢量信号测试分析	见 3.3.2	实现矢量信号的测试与分析	分析带宽大于 200MHz 时, 仅 <i>MET</i> 板卡或高级仪表可选
杂散测试分析	K105	使用窄分辨率带宽和低噪声基底进行快速测量	
宽带信号测试分析	K106	使用宽带信号测试分析, 实现调频信号的测量	开发中

3.4 功率及线性度测量

3.4.1 主要性能

ARGOSY[™] 功率及线性度测试单元具备两路独立的射频信号源, 和强大的频谱分析能力, 能够完成射频器件的射频功率和线性度的所有相关测试指标, 如: Gain、 P_{in} 、 P_{out} 、噪声功率比、PAE、P1dB、IM、OIP3、Harmonic 等等。

性能指标 (典型值)	基础平台 <i>MET</i> PXIe 测试板卡	基础平台(通用仪表) 中档通用信号源/频谱仪	基础平台(高级仪表) 高档通用信号源/频谱仪
分析带宽	4000MHz	40-200MHz	40-2000MHz
信源相噪	-105dBc@10GHz@10k	-108dBc@10GHz@10k	-108dBc@10GHz@10k
输出功率	High output power of up to +20 dBm	High output power of up to +18 dBm, overrange up to +28 dBm	High output power of up to +18 dBm, overrange up to +28 dBm
灵敏度	-147 dBm (3 GHz ≤ f < 6 GHz)	-147 dBm (3 GHz ≤ f < 6 GHz)	-151 dBm (3 GHz ≤ f < 6 GHz)

3.4.2 特色功能

1) 全自动：端口分配，校准，测量

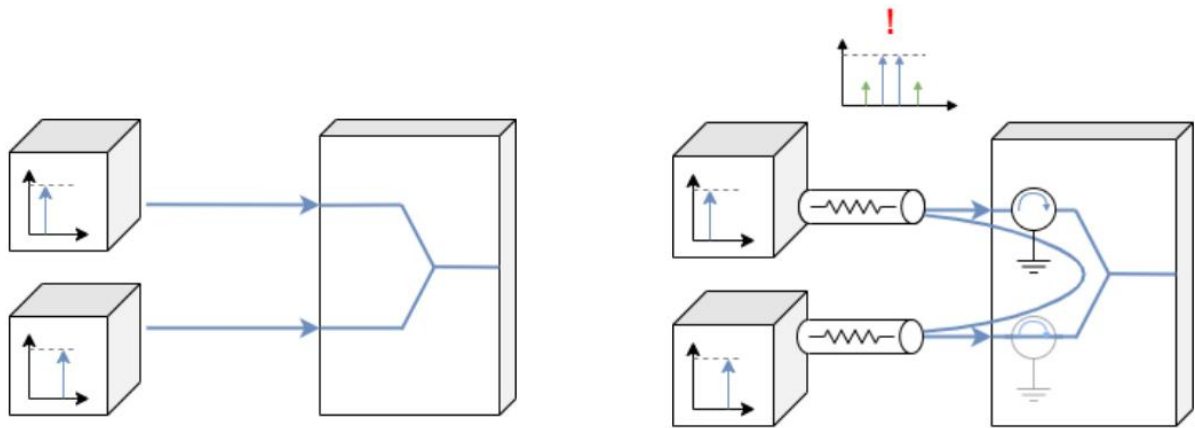
ARGOSY[™] 功率及线性度测试单元与射频切换单元相结合，能够实现自动端口分配，功率校准和数据测量。在测量过程中，*ARGOSY*[™] 机台结合测试项的测量需求，来分配测量链路和加载校准状态。为了方便用户的使用，*ARGOSY*[™] 机台采用图形化界面的显示方式，同时提供测试数据分析能力，大大提升测试效率。

2) 双路高质量射频信号源

ARGOSY[™] 功率及线性度测试单元提供双路高质量的射频信号源，提升了非线性测试（如，互调测试，谐波测试）的测试灵敏度，解决了受射频源自身的杂散或谐波的限制而无法进行高线性度测量的问题。

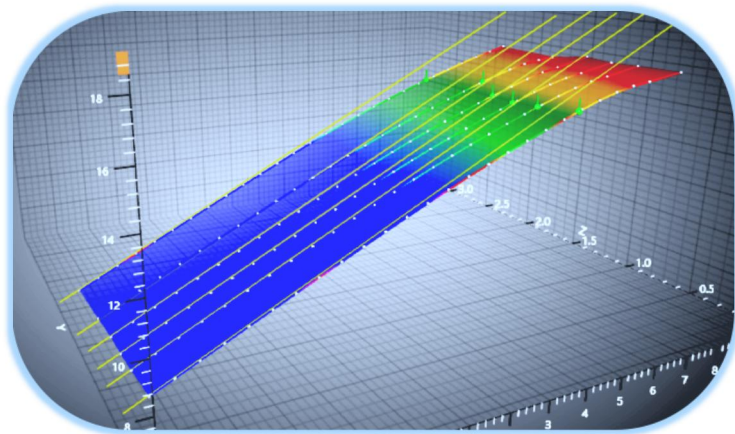
3) 双音合路修正

采用双音合路及相关修正技术，获得等功率且低谐波的高纯度双音测试源。



4) 三维数据分析和呈现

三维数据呈现功能可以更直观地给用户展现被测件的全息信息。



5) 高精度功率测量

采用 Gamma 功率校正技术，实现被测件功率实时监控，提升测试的绝对功率稳定度。

6) 低谐波分析能力

采用数字预失真等技术降低测试源的谐波失真，使得系统具备对高线性度器件的谐波测量能力。

3.4.3 选件清单和说明

选件名称	选件代码	说明	备注
高精度功率测量	BO3	实现矢量功率校准, 实时监控, 提升绝对功率稳定度	
低互调测量	B24	降低噪声基底, 实现低互调测量	
谐波测量	BO4	可实现二次和多次谐波测试, 自动扫描, 功率精准	仅 MET 板卡可选

3.5 噪声系数测试

3.5.1 主要性能

ARGOSY™ 射频器件综合测试机台以扩展选件的形式提供噪声系数的测试能力。

本系统可以选择采用 Y 因子法或冷源法对被测件的噪声系数进行测试。由于开关矩阵会对测试不确定度造成不利影响, 因此冷源法是综合测试系统更适合采用的噪声系数测试方法。不同于其他系统需要采用顶级仪表才可以使用冷源法, 本系统采用独立扩展件的方式使得用户无论选用我们提供的任意矢量网络分析仪都可以采取冷源法进行噪声系数测试。

性能指标	测量精度	测试时间	矢量噪声测量 Load Pull	低噪声系数测量能力
Y 因子	LOW	MID	NO	不适用
冷源法	HIGH	FAST	YES	适用

3.5.2 选件清单和说明

选件名称	选件代码	说明
冷源法噪声系数测量	BO5	低噪声接收机, 源匹配/负载匹配 Tuner, 全自动校准, 支持矢量噪声测量
Y 因子噪声系数测量	K30	利用噪声源, 采用 Y 因子法实现噪声系数测试

3.6 相位噪声测试

3.6.1 主要性能

*ARGOSY*TM的相位噪声测试的基础功能是采用频谱仪法进行噪声系数测量。为了进行更高精度的测量，*ARGOSY*TM射频器件综合测试机台提供了高级测量选件采用相关法进行测量，以满足更低相噪的测量要求。

3.6.2 选件清单和说明

选件名称	选件代码	说明
相噪测量	K40	基于频谱分析的相噪测量
高级相噪测量	BO6	采用相关法实现高精度，高灵敏度的相位噪声测试，独家算法内核，速度快，精度高，灵敏度高

3.7 射频时序测试

3.7.1 主要性能

*ARGOSY*TM射频时序测试单元可以对被测件的各类功能管脚的时序关系进行测试，包括输入-输出关系、使能-输出关系等等。系统采用自研算法提高时序测量的时间分辨率。系统测试速度快，大大提高了对被测件的测试效率。被测件参数配置界面简洁直观，并对不同被测件分别设立测试模板。支持电源关系分析、时序信号分析、时钟信号分析及协议分析等多种分析，测试完成后自动生成测试报告，全过程自动化，进一步提高了对被测件的测试效率。基于 *ARGOSY*TM 的三类基础平台，其关键指标如下：

性能指标	基础平台 <i>MET</i> PXIe 测试板卡	基础平台(通用仪表) 中档通用示波器	基础平台(高级仪表) 高档通用示波器
分辨率	10-12 bit	6-10 bit	8 bit
采样率	max. 40G sample/s on 2 channels	max. 10G sample/s on 4 channels	max. 20G sample/s on 4 channels
带宽	9 GHz on 2 channels	≥ 4 GHz on 4 channels	≥ 8 GHz on 4 channels

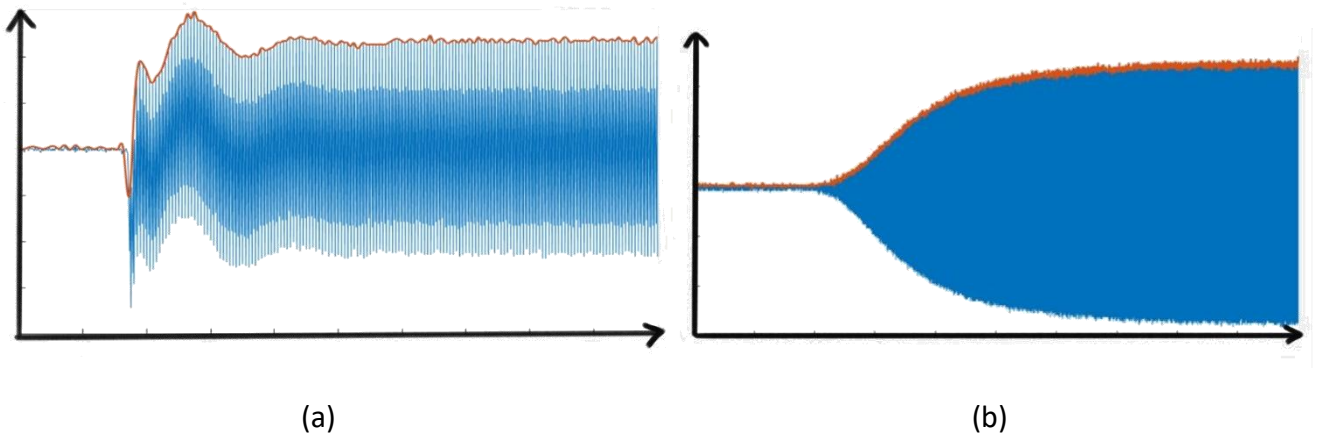
3.7.2 特色功能

- 1) 提高测量准确度的时域均衡算法

测量被测件各个管脚功能的时序关系是射频时序测试的主要目的，因此，更高的采样率通常意味着更好的时间分辨率，然而高速采样实时示波器是非常昂贵的，在实际应用当中给用户造成了巨大的成本压力。

ARGOSY™利用被测信号的周期性等规律性特点，提出了利用合理的时域均衡算法来降低对示波器采样率要求的特色算法选件。

图 a) 是使用较低采样率获得的射频时序关系测试结果，图中可以看到较为严重的过冲等时序模糊问题，图 b) 是经过算法处理后的结果，可以看见清晰地上升沿变化。可见，本算法选件有效地降低了对测量采样率的要求，实现了低采样率下的高时间分辨率。



3.8 电源测试单元

ARGOSY™电源测试单元为被测件提供了多通道的电流电压源，同时完成对供电参数的测量，结合测量软件，本单元还具备自动链路保护和实时电流电压监控的能力。

3.9 数字综合控制单元

ARGOSY™射频器件综合测试平台为用户提供了丰富的数字接口，方便使用者通过这些数字通信接口完成对被测件、测试单元、通用仪表、外连设备（分选机/探针台）等的控制和工作协调。ARGOSY™射频器件综合测试机台目前支持多种数字通信接口，包括：GPIO、SPI、MIPI、GPIB、LAN等。



美星科技

A: Building N4, GENWAY I-Park, SIP, Suzhou
E: info@rf-met.com

W: <https://www.rf-met.com>