

研发和验证中的测试自动化实现

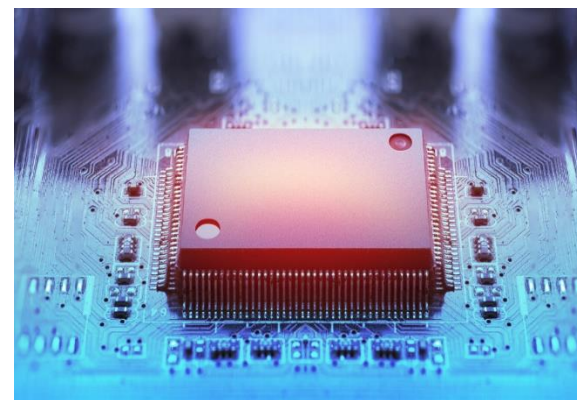
系统就绪电源和BV软件平台

饶骞 电源和通用产品市场经理

2022年5月

日新月异的电子产品

层出不穷的新技术，不断我们的生活



我们今天的内容：

- ✓ 测试自动化的应用场景和结构
- ✓ 系统就绪电源的特性和重要的角色
- ✓ BenchVue 和 Testflow 软件平台
- ✓ 演示



测试自动化的应用

产品诞生过程中不同阶段的测试需要

研发

- 通常在实验台上进行手动测试
- 把数据传送到 PC 分析
- 需要: 性能, 功能, 精度, 易于连接

产品验证

- 用小型系统进行半自动测试
- 把数据传送到 PC 分析, 需要一些程序
- 需要: 能力, 精度, 易于连接, 自动化工具

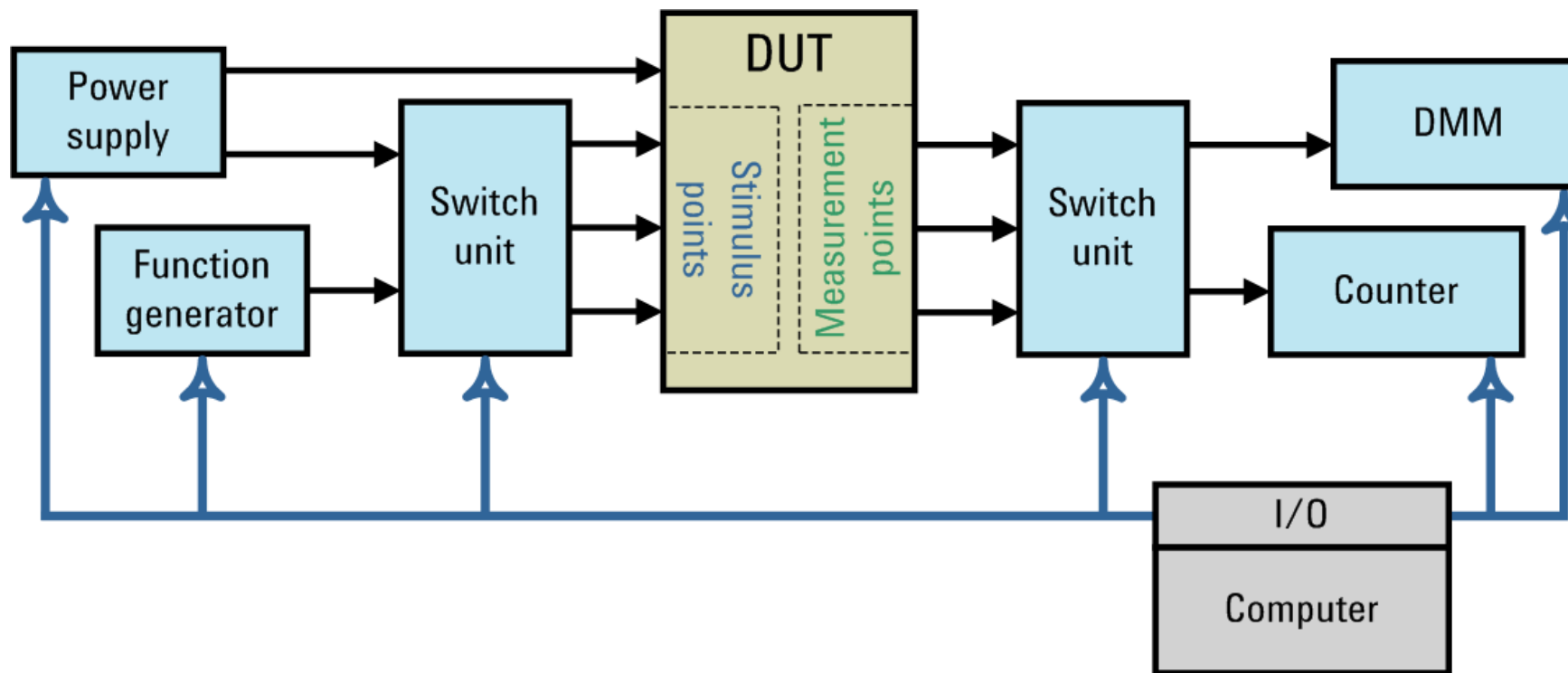
生产制造

- 在生产线上进行自动测试 (中型或大型系统)
- 大量使用 I/O 接口命令, 控制和数据传输
- 需要: 功能, 系统级精度, 速度 (吞吐率)
- 价格, 尺寸, 软件开发工具



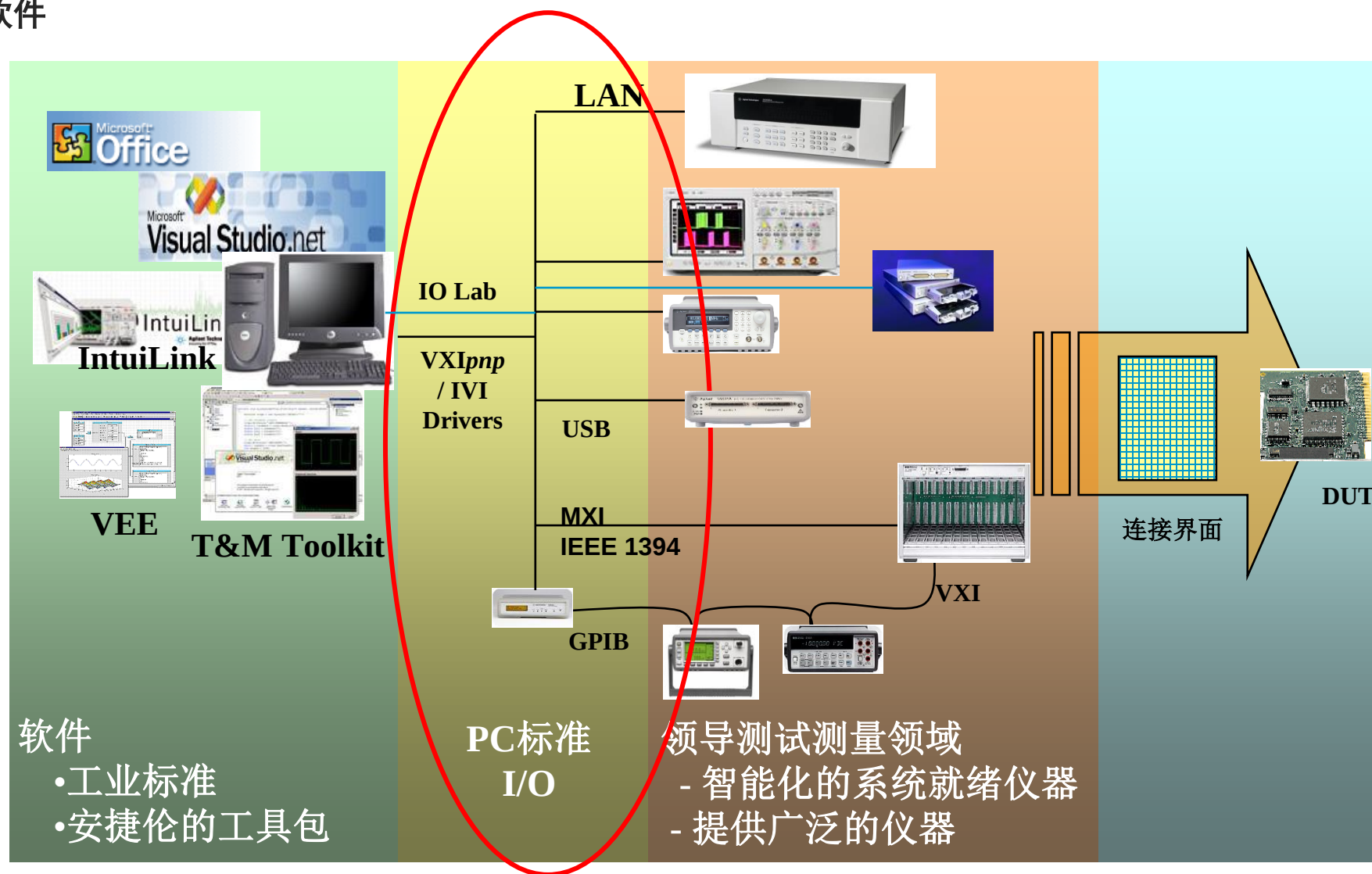
测试自动化的系统构成

硬件到软件



测试自动化的构成

从硬件到软件



研发和验证中的测试挑战

数量少、测试项目多、仪器种类多、加班多

多种仪表混合
测试，某些仪
表不熟悉

测试数据量大，
数据分析繁琐

测试数量大、手
动测试太费时

新员工、手动
测试不会



测试自动化的优势

保证品质和交期的的重要手段

- 提高测试效率——特别是复杂的测试环境和测试配置
- 测试结果数据的自动保存以及数据库对测试结果进行分析
- 容易操作，不需要对仪表和测试方法很了解，如新员工或测试员
- 保证测试结果的重复性 和 一致性



测试自动化的实现方法一

标准化测试系统

优势

1. 无需行业经验——对于初入相关行业用户，对行业测试规范和测试流程不熟悉的用户；
2. 操作简单——系统操作、使用简单，短时间内就可以进行相关测试

问题

1. 成本极高——绝大部分费用为标准、技术、服务，硬件成本占比很低；
2. 扩展性、灵活性差——系统硬件，软件都是定制化，只针对当前项目和测试定义；新测试功能或新的项目需要更换不同系统；
3. 选择少——定制化系统往往被垄断，无法形成竞争优势



测试自动化的实现方法二

内部自己开发定制测试系统

优势

1. 灵活性好——可灵活构建和扩展不同的测试项目和平台；
2. 成本低——仅专用系统几成的价格；
3. 选择多——同一类型设备供选择方案多，提升性价比；

问题

1. 无系统可用——新项目或早期研发部门，无现成的测试系统；
2. 系统开发时间长——一般是为批量生成部门开发，调试时间长；
3. 系统难用——研发工程师和系统开发工程师在需求难协调，系统不适用。



测试自动化的实现三

利用系统就绪仪器和BV软件平台，迅速构建研发工作台的自动测试

用户无需编程（经验）即可：

- 连接仪器
- 编辑测试序列
- 记录数据
- 获取测量结果



无需编程经验



我们今天的内容：

✓ 测试自动化的应用场景和结构

✓ 系统就绪电源的特性和重要的角色

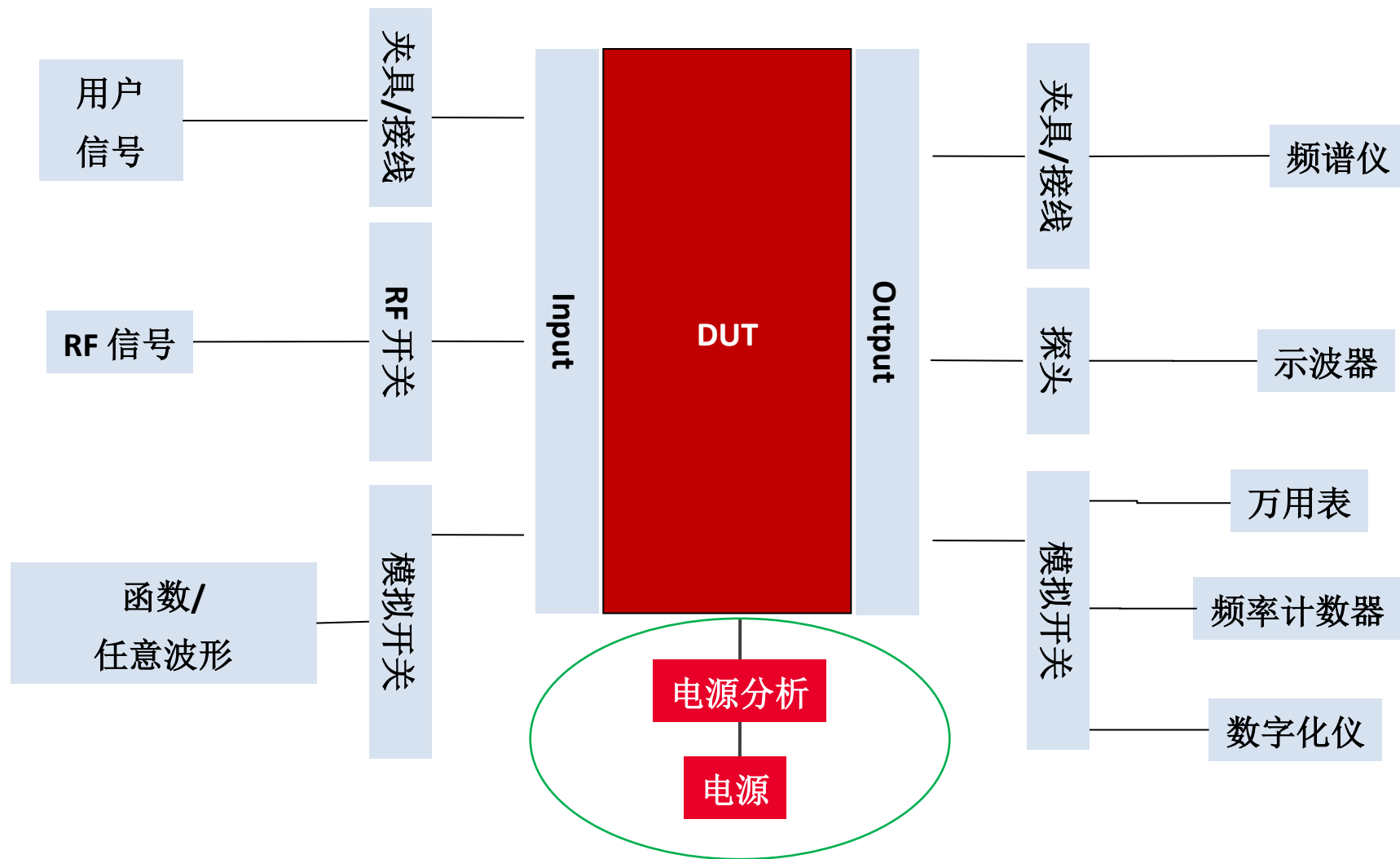
✓ BenchVue 和 Testflow 软件平台

✓ 演示



电子产品激励和响应的测试

电源是必备的测试设备



合适与自动测试和控制的电源

测试电源的关键指标和被测产品的“匹配”

- ❑ 外观尺寸
- ❑ 纹波和噪声
- ❑ 精度和分辨率
- ❑ 电源转换效率
- ❑ 程控接口类型
- ❑ 操控易用性
- ❑ 电磁兼容和法规
- ❑ 异常与保护
- ❑ 同步、时序和触发
- ❑ 指令响应时间
- ❑ 瞬态响应时间
- ❑ 软件和数据分析
- ❑ 斜率和编程时间
- ❑ 电源和负载一体
- ❑ LIST/ARB波形编辑
- ❑ 数字化仪和记录仪
- ❑ 低功耗测量

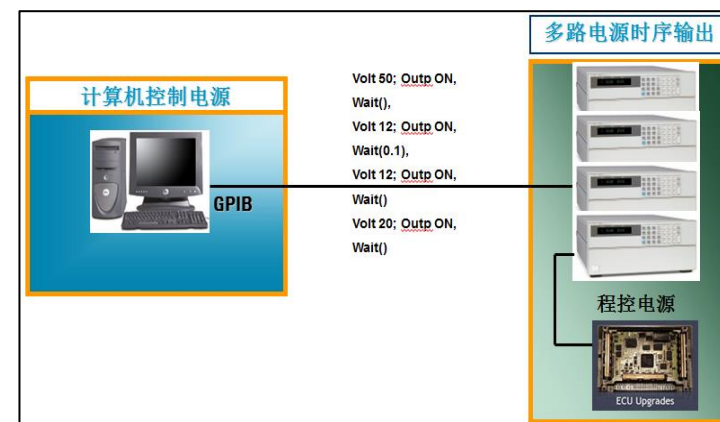
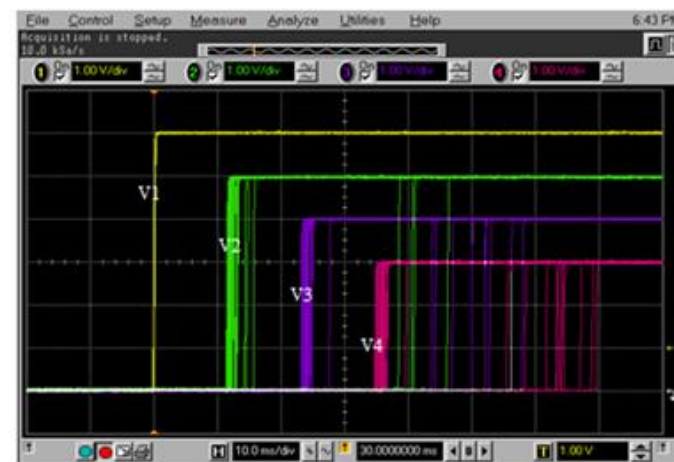


场景1：多通道严格时序精确供电

典型应用：数字电路、控制板、显示器驱动等

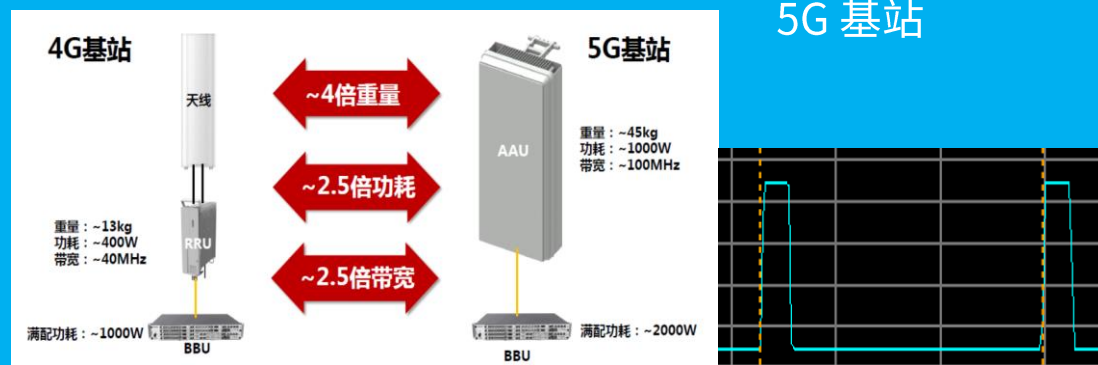
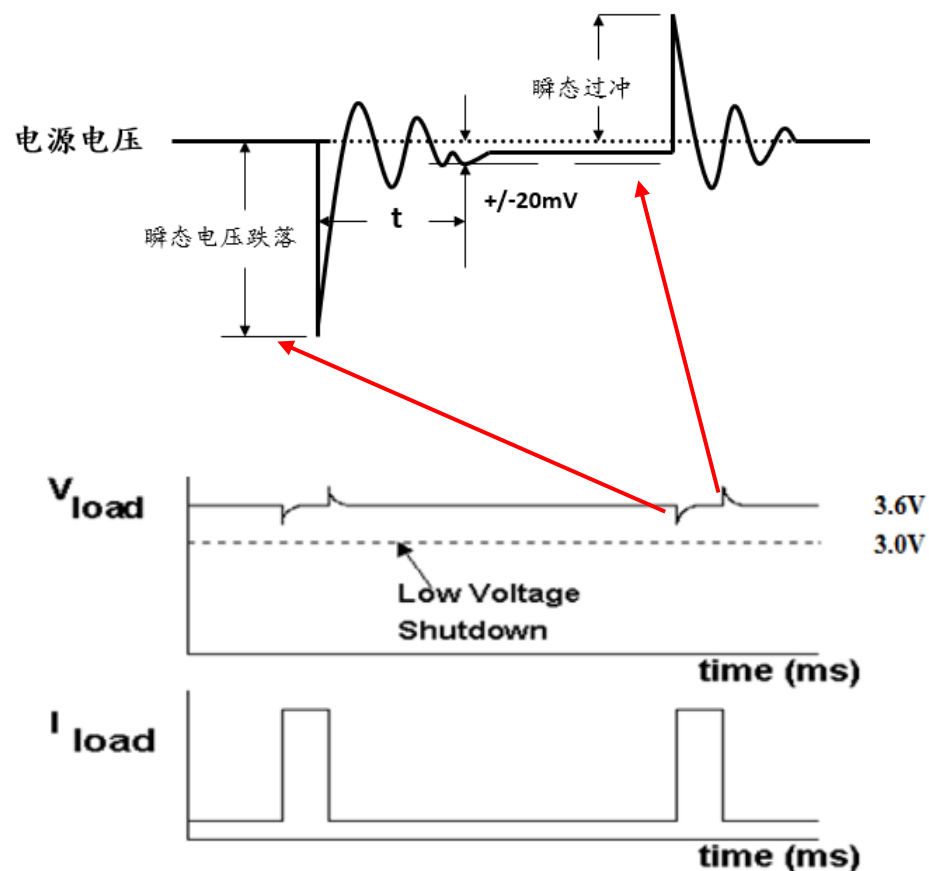
电源	电压 V，电流 A	电压输出精度	电流测量精度	纹波噪声
1	50V，5A	50 mV	0.15% + 60 mA	<35mV
2	20V，5A	20 mV	0.15% + 20 mA	<15mV
3	12V，3A	12 mV	0.15% + 20 mA	<8mV
4	5V，8A	5 mV	0.1% + 20 mA	<5mV

- ❑ 4路直流供电，且电压和电流规格不同
- ❑ 同步或延时输出，而且每路的电压上升斜率不同

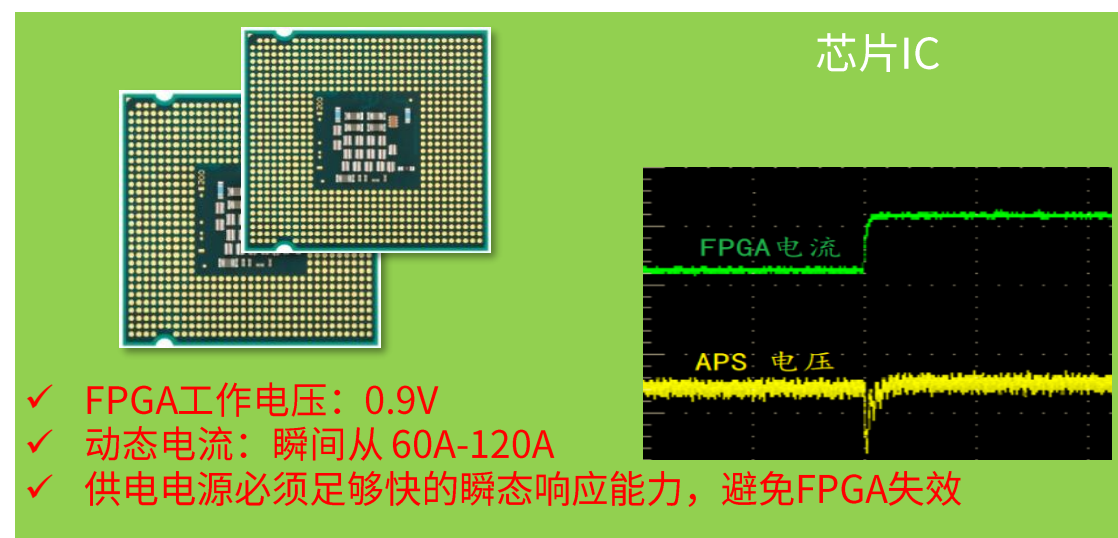


场景2：动态负载保持电压稳定

典型应用：通信、服务器、数据中心、处理器等



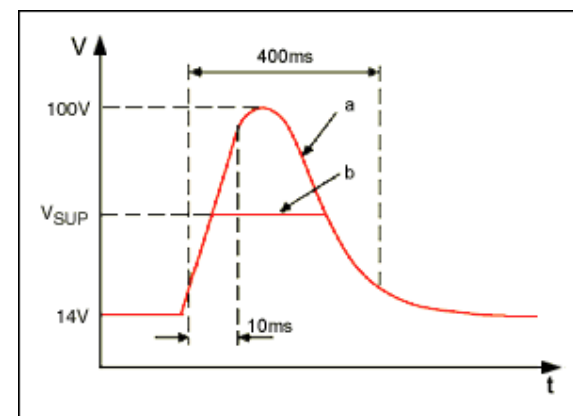
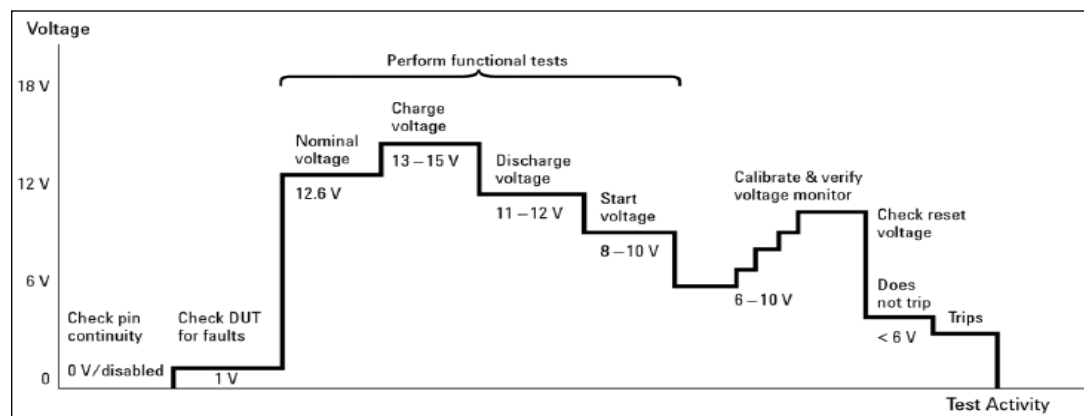
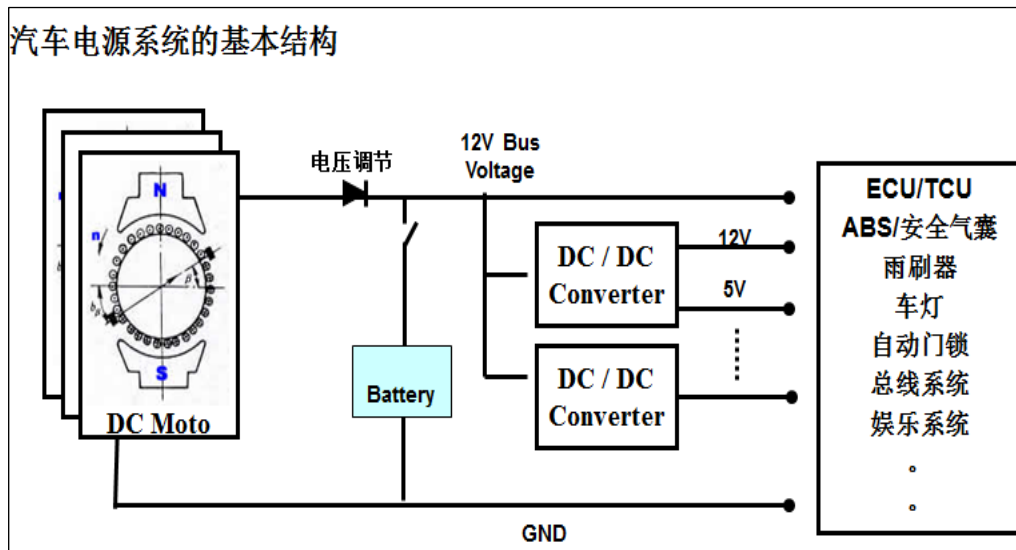
- ✓ 动态电流：特别是TDD基站，瞬间从 mA -- 50A/100A
- ✓ 供电电源必须足够快的瞬态响应能力



场景3：电压波形和电压编程时间

典型应用：汽车、航空航天、医疗、无人机等

汽车电源系统的基本结构



系统就绪电源的典型特征

可靠性、扩展性、高集成度、易用性、安全性

以N6700C 模块化系统为例

- 标准19英寸机架，1U高度，4个插槽；
- 标配GPIB、LAN、USB程控接口，任你选；
- 支持LXI-C 协议和 Web网页服务器，无论在哪都能控制；
- 符合全球法规和供电（100 VAC – 240 VAC; 50/60Hz 以及400Hz）；
- 40,000小时的MTBF和1mS指令处理时间，可靠性和高速得兼；
- 多功能数字端口，可用于同步、触发和故障保护等；
- 不同通道合并（更大功率通道）、精准上电、下电时序和斜率设定；
- 内置任意波形、数字化仪，完成复杂波形的输出和波形测量。
- 支持标准指令集SCPI或IVI驱动库，且SCPI指令堆叠通讯；



N6700的模块化特征

38种不同的模块， 构建定制的电系统

N6730/40/70基础型

覆盖 电压5-150V， 功率50-300W

N6750 自动量程高新能型

提供mS级电压斜率和快速瞬态响应性能。覆盖电压60V， 电流50A和功率50W至500W， 同等功率模块具有更宽的电压和电流范围。

N6760精密型

提供万分之级别的电压和电流精度, 可扩展至 nA 电流测量能力. 1mVrms纹波噪声, 电压和电流同步采样等优异电源和测量性能, 覆盖电压60V, 电流50A和功率50W至500W。。

N6780 SMU源表 – 低功耗分析的神器

顶尖的电源和测量性能， 双象限或四象限工作， 电池模拟； 万分之级的精度、 uS级的电流或电压斜率； 200KSa/s的采样速率， 内阻模拟、 无缝量程。覆盖电压20V， 电流±8A， 功率20W至80W, 低至nA电流测量。

N6790电子负载

功率100W/200W， 电压60V， 电流40A， CC， CV， CR， CW工作模式， 任意波形模拟各种真实动态负载或工况。具有万分之级别电压和电流测量精度、 高速电压和电流波形测量功能， 最高5MA/S电流斜率



系统就绪电源的安全保护特性

道路千万条， 安全第一条

- 过压保护，过流保护，过温保护、欠压保护、电源区间保护
- 快速的过压保护启动时间 30-50us
- 过压保护启动后， 可以关闭输出， 或者降低电压到安全值
- 内置输出继电器， 隔离电源与被供电设备
- Watchdog Timer， 防止上位机死机造成供电故障
- 远端检测线连接报警
- 远端禁止功能
- N6700模块化电源, 可以在发现异常时， 多路供电联动关断顺序及延时
- 前面板按键锁定
- 唤醒状态(初始电源状态设定,断电后重启状态恢复)



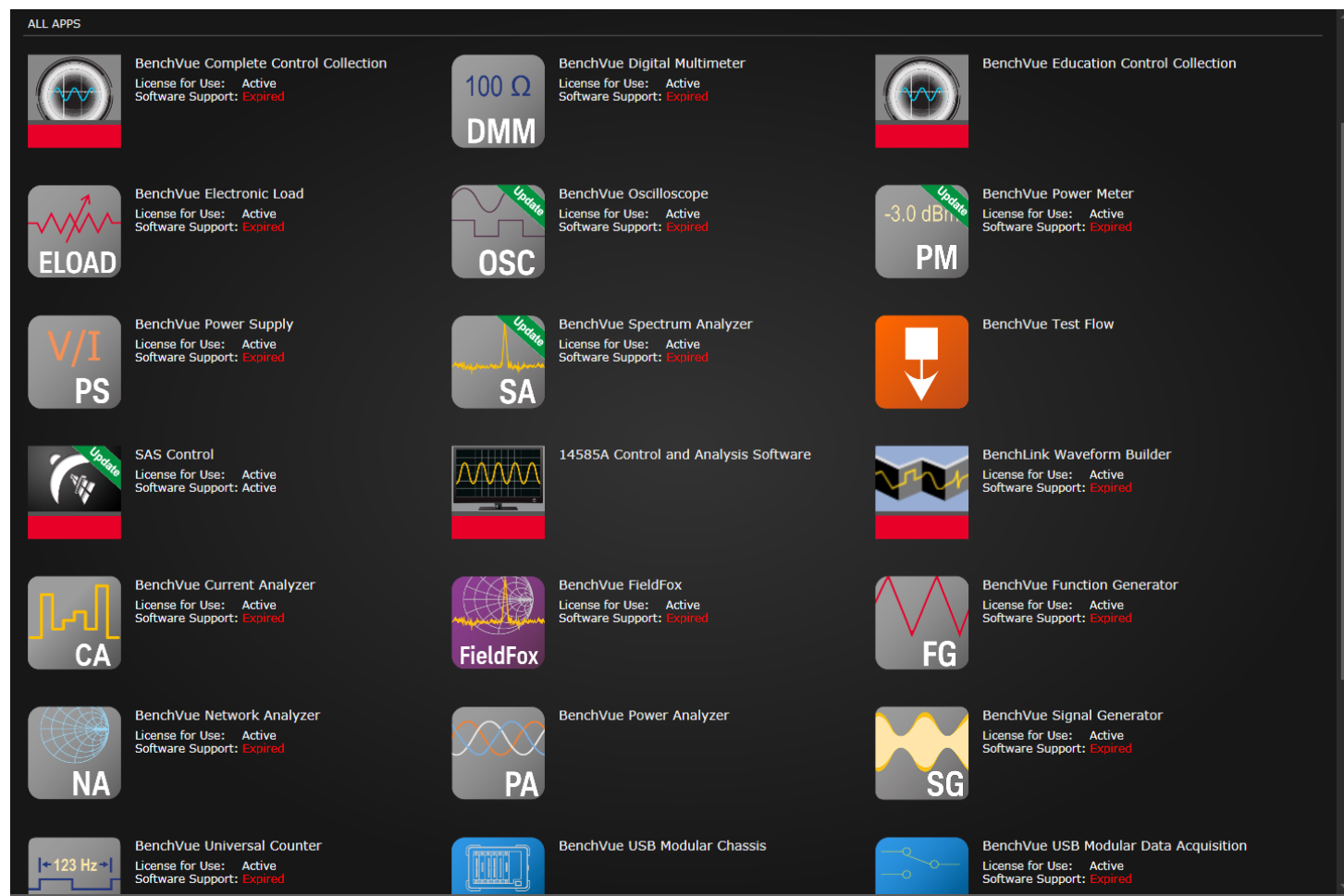
我们今天的内容:

- ✓ 测试自动化的应用场景和结构
- ✓ 系统就绪电源的特性和重要的角色
- ✓ BenchVue 和 Testflow 软件平台
- ✓ 演示



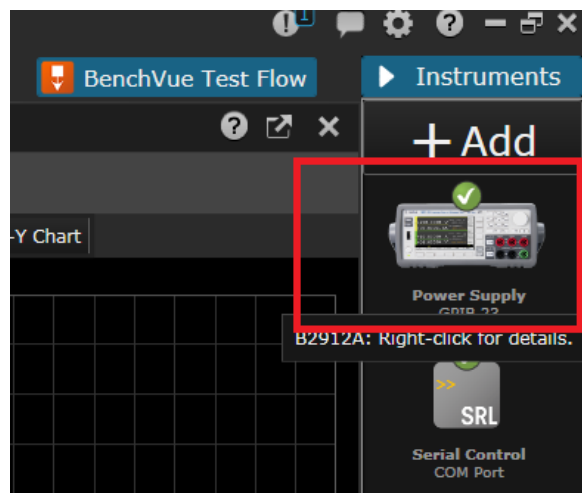
BenchVue 软件平台支持仪表类型

绝大多数是德科技的仪器

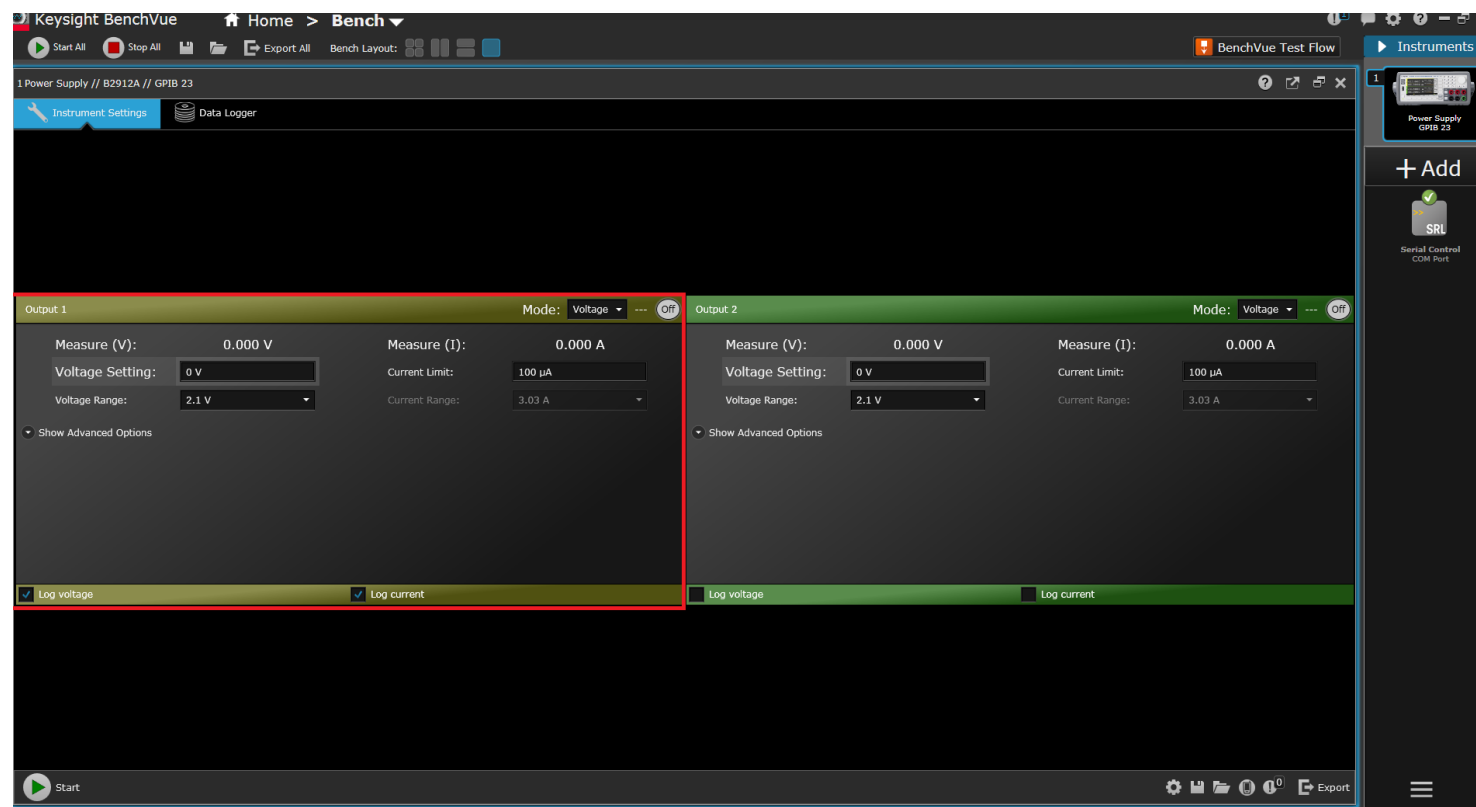


BenchVue 的基本操作

自动识别，即插即用



仪表与PC连接自动识别



双击仪表图标，自动加载仪表虚拟设置和测量界面

各种仪表的APP

万用表和电源设置和虚拟面板

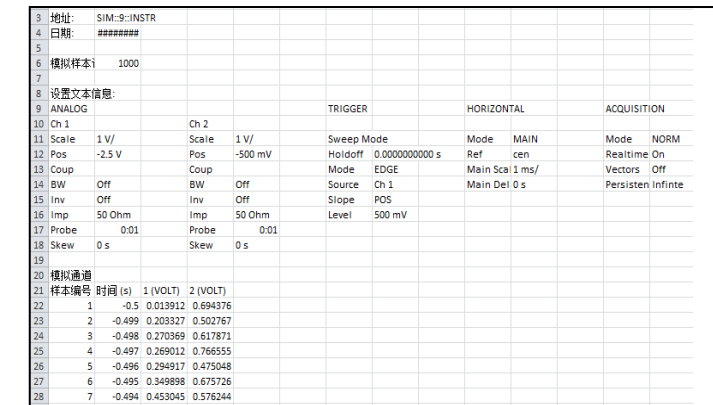


万用表



基础电源

示波器



实时截屏和发送CSV.数据

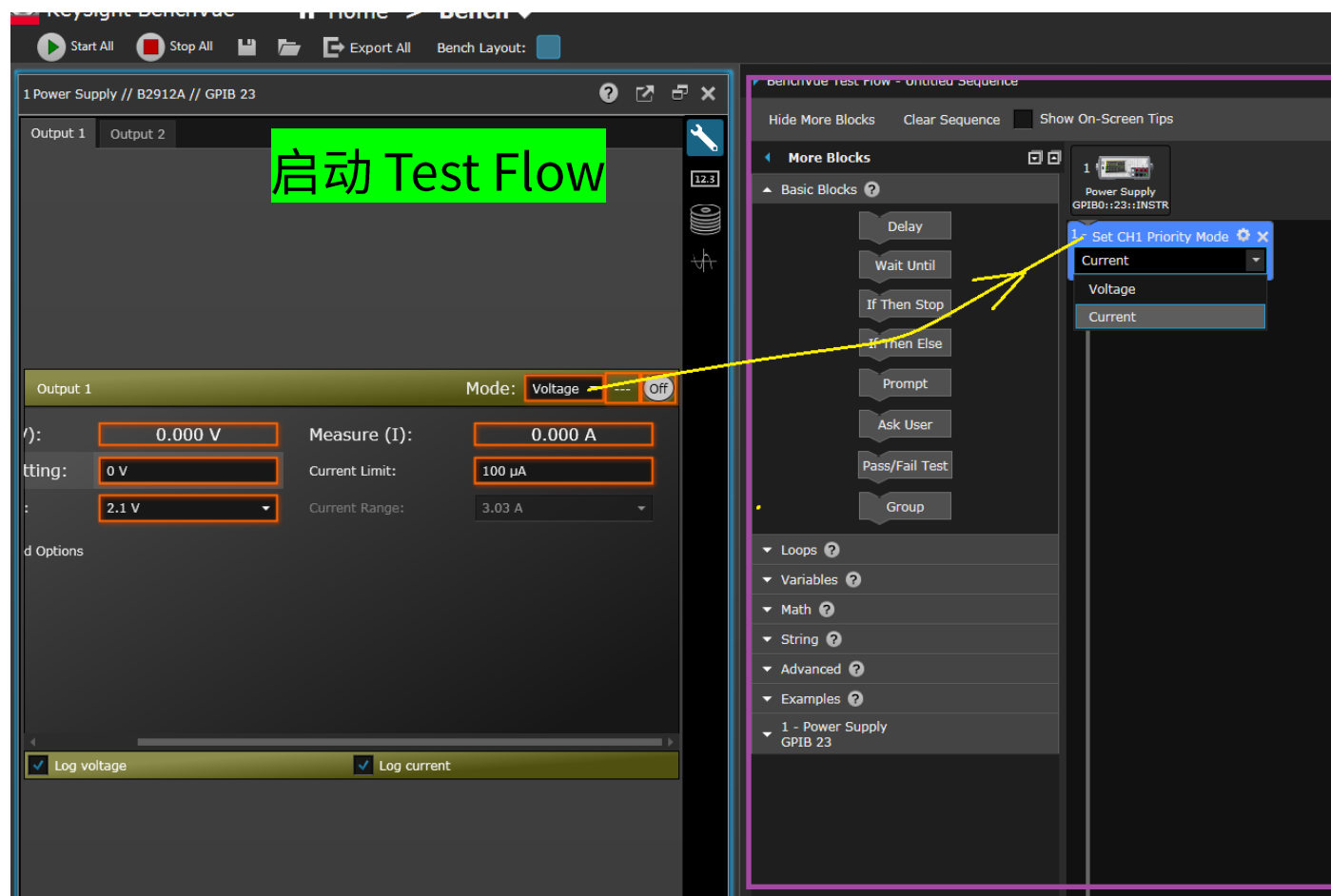
多种仪表APP的同时加载

在一个界面上，实现多仪表的远程控制和显示



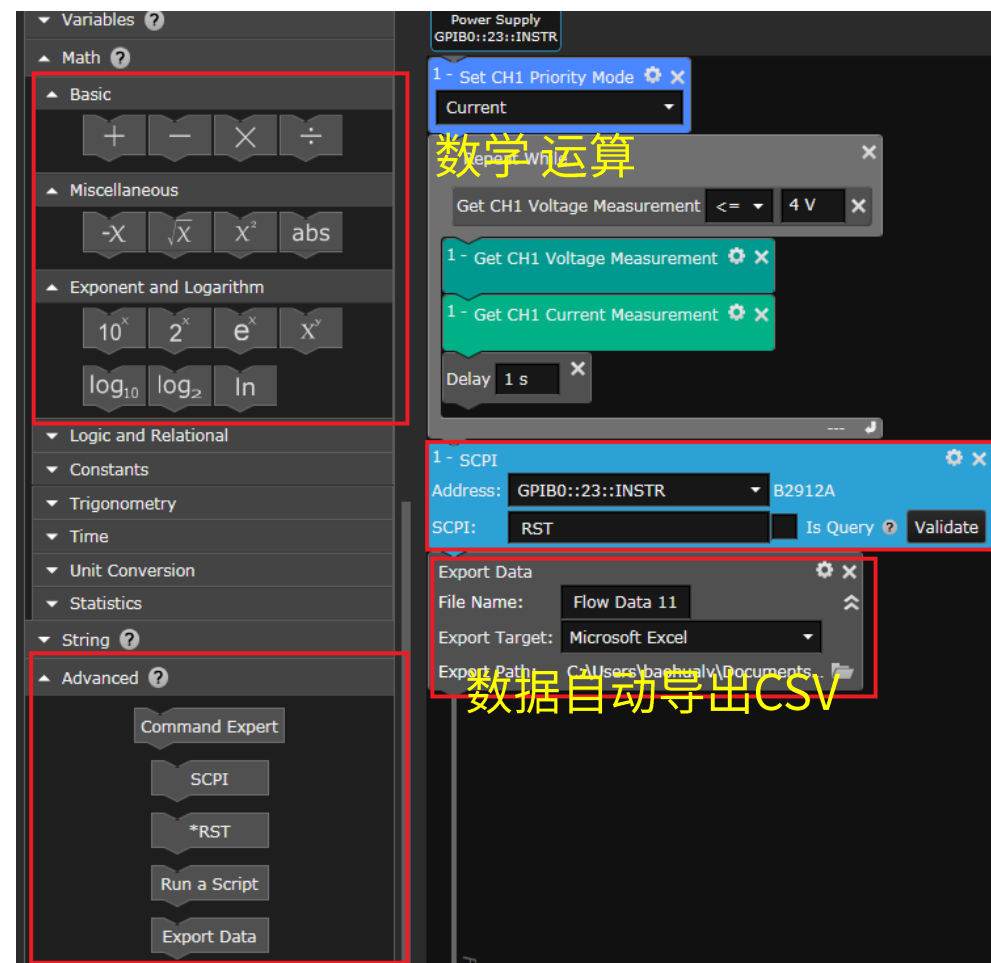
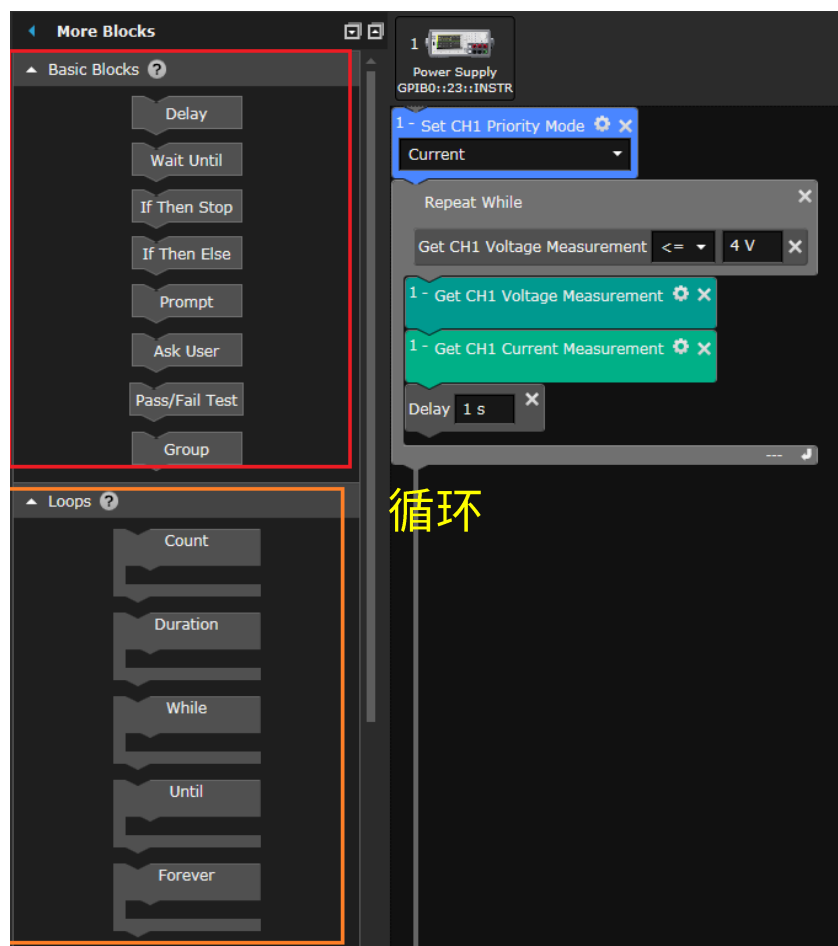
Test Flow测试程序流

推拽方式生成测试程序，无需写一句源代码



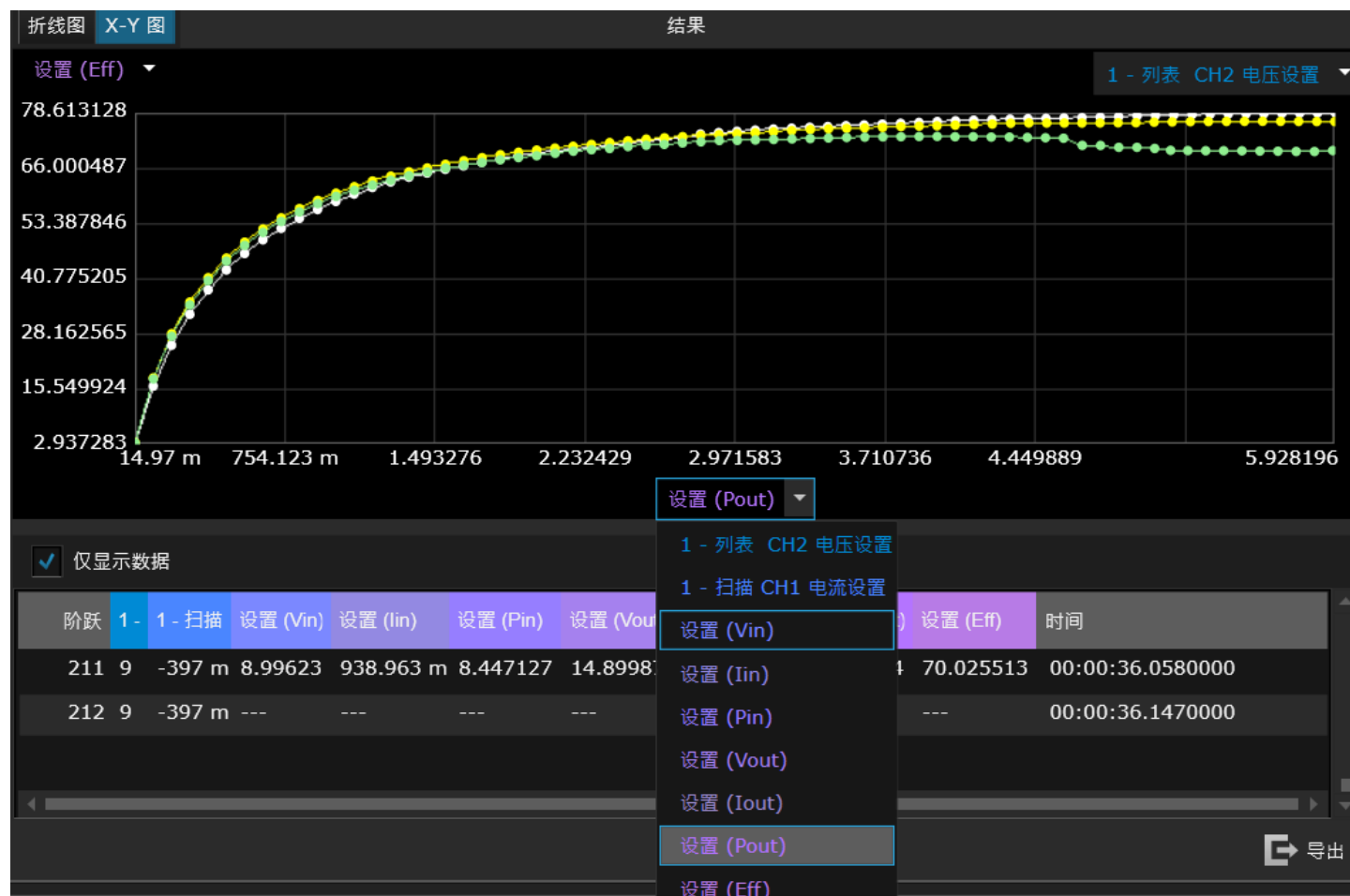
Test Flow测试程序流主要功能模块

强大的功能



Test Flow 图表处理和显示 X-Y

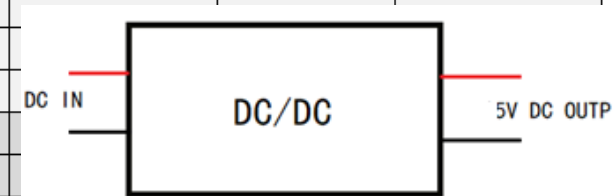
多种显示方式，让测试结果一目了然



测量DC-DC基本性能

请问你用多长时间完成这组参数？

Parameters Set		Measure Result									
Vs Set	Iload Set	Vin (V)	Curr In	Powe Inp	Vout	Curr Load (A)	Power Outp	Eff %	Temperature	Vrms	Vpk-pk
18	0.5										
18	1										
18	2										
18	3										
24	0.5										
24	1										
24	2										
24	3										
36	0.5										
36	1										
36	2										
36	3										



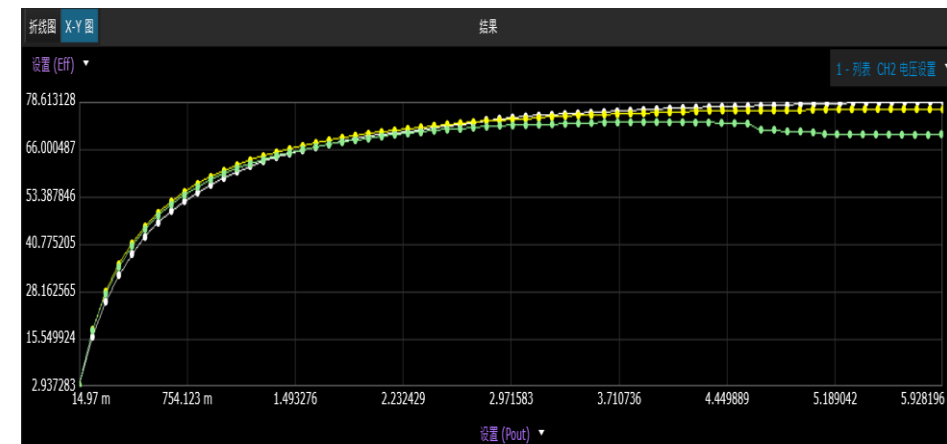
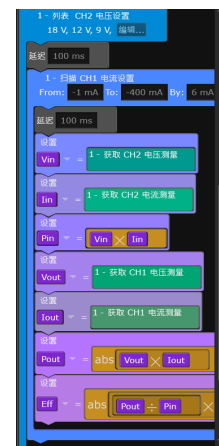
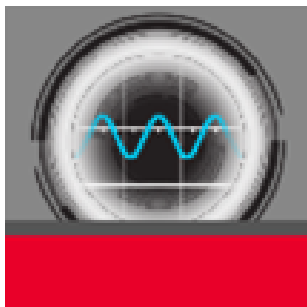
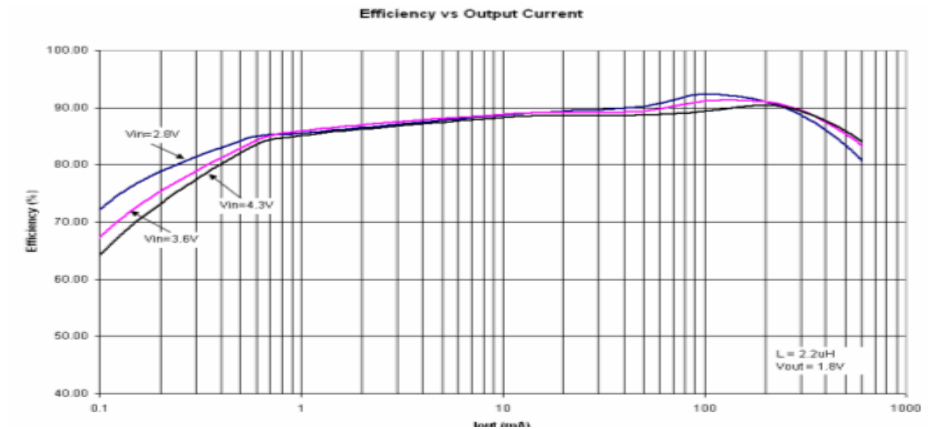
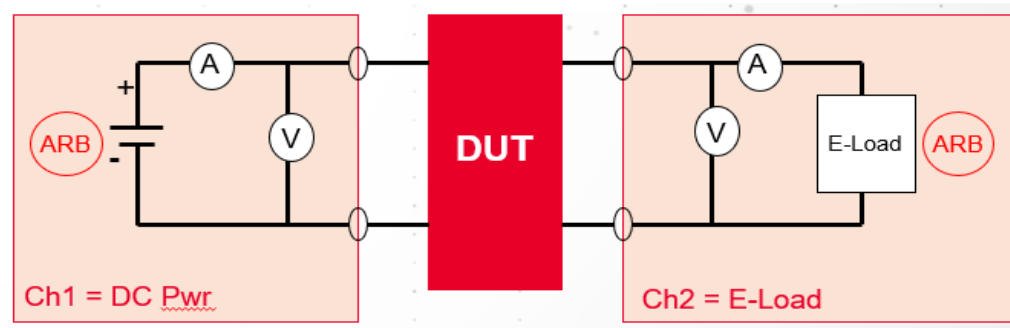
- 输入电压：标称24V，范围18-36V
- 输出电压：5V
- 功率15W：（输出电流0 - 3A）
- 转换效率？纹波噪声？输出电压波动范围

- 请问表格共有多少组测试数据？
 - 3（输入电平） x 4（负载电流） x 10（参数） = 120
- 请问你用多长时间完成这组参数的测量



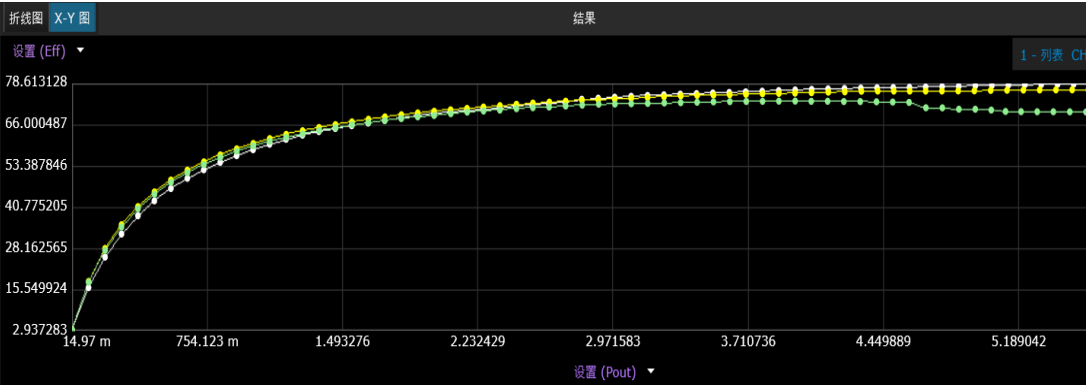
N6700源/载一体 + TestFlow

DC-DC 效率测试，无需写一句源代码，迅速获得结果

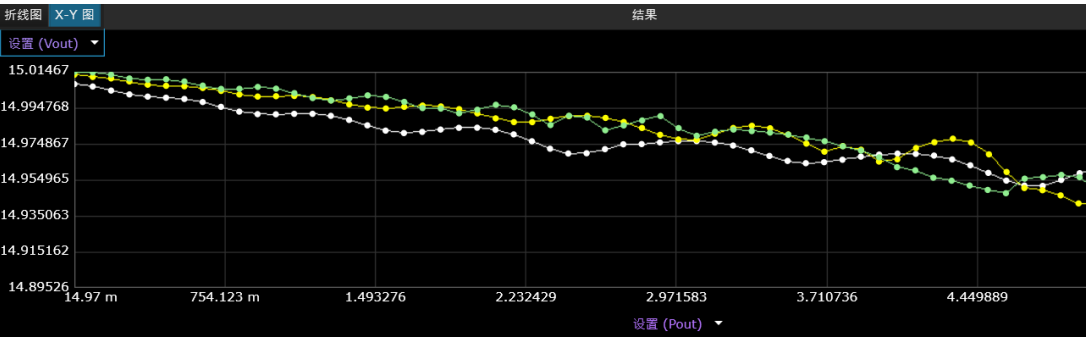


DC-DC效率曲线测试序列

DC-DC 的测试 (Eff Vs pwr, Vout vs. pwr)



Eff vs power (@ Vin)



Vout vs power (@ Vin)

power	Eff %
0.014977854	2.9372834
0.105061067	16.26100719
0.19516132	25.60103793
0.28517701	32.64680339
0.374979997	38.22566343
0.464982089	42.77656244
0.55497427	46.53661556
0.644899432	49.66418938
0.734757645	52.27151199
0.824570165	54.53571303
0.914455529	56.55847538
1.004337454	58.39082978
1.09437877	60.08382306
1.184283526	61.57560056
1.27419814	62.84627353
1.363906662	63.9361018
1.453619491	64.87936111
1.543126803	65.72717343
1.632948062	66.52782409
1.722860968	67.31924198
1.81281513	68.06885269
1.902897649	68.76051151
1.992747163	69.38080526
2.082504014	69.92980552
2.17213963	70.40514813

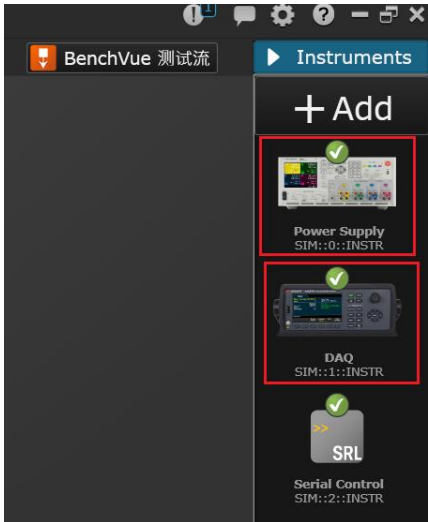
我们今天的内容:

- ✓ 测试自动化的应用场景和结构
- ✓ 系统就绪电源的特性和重要的角色
- ✓ BenchVue 和 Testflow 软件平台
- ✓ 演示

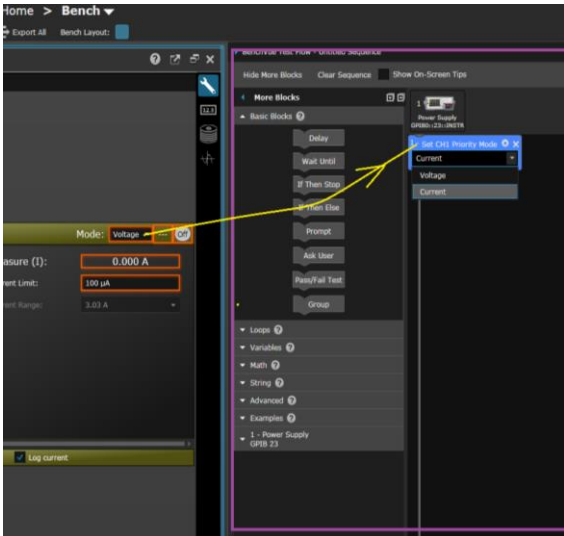


DC-DC 测试序列

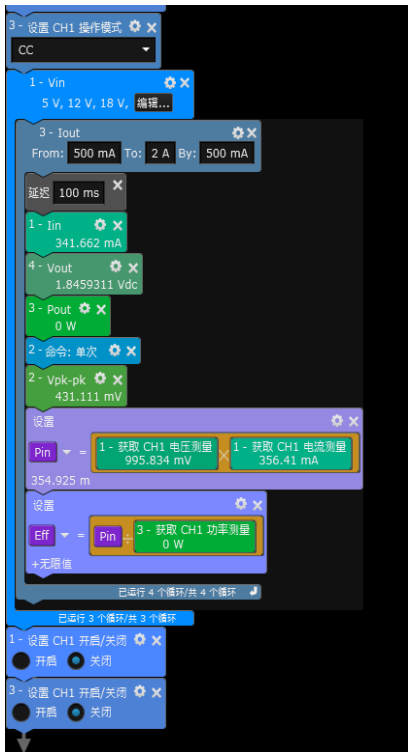
连接仪器，生成程序，执行测试，导出结果



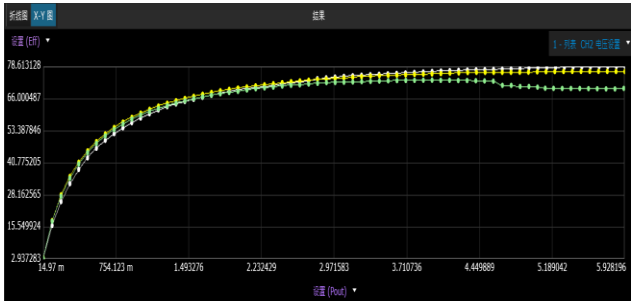
仪器连接



拖拽测试程序



执行测试



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	序列中的仪器	1 - N8762A - SIM::0::INSTR									
2	序列中的仪器	2 - DPO-X 2024A - SIM::1::INSTR									
3	序列中的仪器	3 - N13100A - SIM::2::INSTR									
4	序列中的仪器	4 - 34470A - SIM::3::INSTR									
5	Start Time	31:51.2									
6	Stop Time	31:57.8									
7											
8											
9	Time	Step	Voltage Set	Current Set	Current Measurement	Measurement Value	Power Measurement	Measurement Value	Power Value		
10	31:53.9	1	5	0.5	0.01	0.41943489	0	-0.113131266	0.121	0	
11	31:53.3	2	5	1	0.11	0.675352352	0	0.287700264	0.180556824	0	
12	31:53.7	3	5	1.5	0.151421356	1.123224126	0	-0.057743102	0.197897885	0	
13	31:54.1	4	5	2	0.183205081	0.181700117	0	0.307651977	0.224793562	0	
14	31:54.6	5	12	0.5	0.21	0.433119418	0	-0.071052329	0.240780524	0	
15	31:55.0	6	12	1	0.233606798	1.888002212	0	0.430332416	0.268008864	0	
16	31:55.5	7	12	1.5	0.254948974	0.519828276	0	0.323179252	0.288042633	0	
17	31:55.9	8	12	2	0.274571311	0.96770005	0	0.047891669	0.363229807	0	
18	31:56.5	9	18	0.5	0.292842712	0.962180512	0	-0.345105141	0.317266067	0	
19	31:56.9	10	18	1	0.31	0.631280759	0	-0.174719194	0.338772505	0	
20	31:57.3	11	18	1.5	0.326227768	0.278574006	0	-0.18580043	0.343131243	0	
21	31:57.8	12	18	2	0.34166479	1.335050816	0	-0.322190314	0.354924405	0	
22											

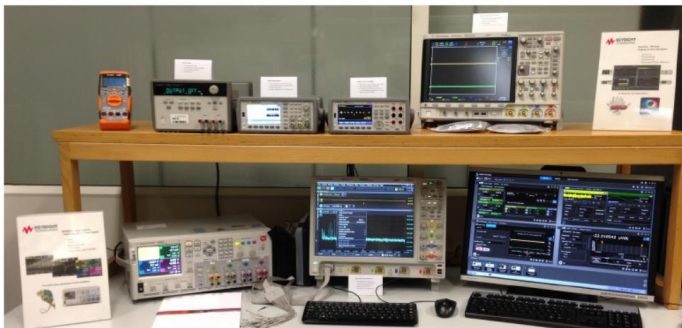
显示结果和导出数据

BenchVue 软件给测试带来的价值

智慧实验室

- ✓ 提高测试效率——特别是复杂的测试环境和测试配置
- ✓ 测试结果数据的自动保存以及数据库对测试结果进行分析
- ✓ 容易操作，不需要对仪表和测试方法很了解，如新员工或测试员
- ✓ 保证测试结果的重复性 和 一致性

SmartBench Bundles for
Automotive Electronics R&D Labs



新员工、手动
测试不会

测试数量大、手
动测试太费时

完整的数据分
析