

编号	
版本	A/O
阶段	
密级	公开

开关矩阵设备 设计方案

拟 制 _____

审 核 _____

会 签 _____

标 审 _____

批 准 _____

昆山德普福电子科技有限公司

二〇二六年 02 月

目 录

客户待测产品说明	3
开关矩阵响应方案	4
1.1 物理接口	4
1.2 功能特性	4
1.3 开关模组性能指标	5
1.4 结构设计	6
1.4.1 结构功能说明：	7
1.4.2 面板结构	8
1.4.3 设备尺寸	8
1.5 程控接口	9
1.5.1 批量端口配置指令使用说明	9
1.5.2 网口 修改配置	12
1.6 软件应用示例展现	13
1.6.1 德普福矩阵开关高频测试软件展示：	14
1.6.2 德普福部分其它软件开发案例示例：	15

设计方案 (测试开关矩阵)

客户需要一个测试系统，测试仪器为 4 端口矢量网络分析仪，满足需求：测试 DUT 4 进 32 出，实现在线自动化多通道数据采集。

客户待测产品说明

性能 要求：

- 频率范围：DC~40 GHz
- 多通道数量：输入/输出 = 32个通道
- 测试参数：插入损耗（Insertion loss）
- 测试参数：回输损耗（Return loss）
- 網儀有四個ports，每個port需要對應8路切換

4Px32T RF SW System Configuration



2026/2/23

开关矩阵响应方案

多通道矢量开关矩阵系统，是一种多端口多通道射频微波开关系统，它由多个射频和微波开关组合到一起形成的开关矩阵系统，广泛用于微波测试系统中，待测设备（DUT）和仪器之间的信号选通，可以将单个 DUT 的多个通道或多个 DUT 的射频微波信号选通到仪器。这使得多个测试可以在相同的设置下执行，无需频繁的连接和断开连接。整个测试过程可以自动化，从而提高测试效率，缩短测试时间。多通道矢量开关矩阵系统通过不同的测试夹具，可以实现对 MiniSAS/MCIO/PCIE 等线缆、天线 IO 模块、光模块、高速铜缆 DAC、半导体、多频带滤波器/耦合器/衰减器/放大器等器件以及各种连接器的 S 参数测量、阻抗测量、串扰测量等自动化测试。

1.1 物理接口

- a) 具备通道数量：4路1选8通道输入/输出
- c) 具备 RS232 /Type-c控制端口/RJ45 网口；
- d) 可定制适配标准机箱 RF 接头规格：2.92
- e) 阴头 频率范围：DC to 40 GHz 工作温
- f) 度：-25°C ~ 75°C
- g)

1.2 功能特性

- a) 具备通道数量：4路8 端口输入以及4端口8端口输出（即32通道）设备接口特性：
 - 前置 4 个 2.92 中心射频接口用于连接测试仪器
 - 下方 32 个通道接口用于和线缆组件连接（输入/输出各 2*8 路）
 - 支持第三方软件程控设备操作，可根据客户需求定制控制协议
 - 具有 RJ45 接口（网口），支持通过 TCP 协议对设备进行程控
 - 具有 RS232 接口（串口），支持通过串口协议对设备进行程控
 - AC 220V 电源接口，装有保险丝，更换保险丝需要关闭电源并拔掉电源线

1.3 开关模组性能指标

a) 工作频率：100 KHz - 40 GHz;

b) 开关性能：

➤ 插入损耗 (Insertion Loss)：

$0.3\text{dB} + 0.015 \times f(\text{GHz})$, DC-26.5GHz

$0.030 \times f(\text{GHz}) - 0.1\text{dB}$, 26.5GHz-40GHz

➤ 隔离度 (Isolation)：

75dBminimum 0.1to12GHz

70dBminimum 12to20GHz

65dBminimum 20to40GHz

➤ 驻波比 (VSWR)：

1.3maximum DCto4GHz

1.35maximum 4to12.4GHz

1.5maximum 12.4to18GHz

1.7maximum 18to26.5GHz

1.8maximum 26.5to40GHz

➤ Repeatability: ~~0.05~~0.05dBmaximum

d) 单通道切换时间 < 15 ms

e) 机械寿命：≥ 500 万次以上

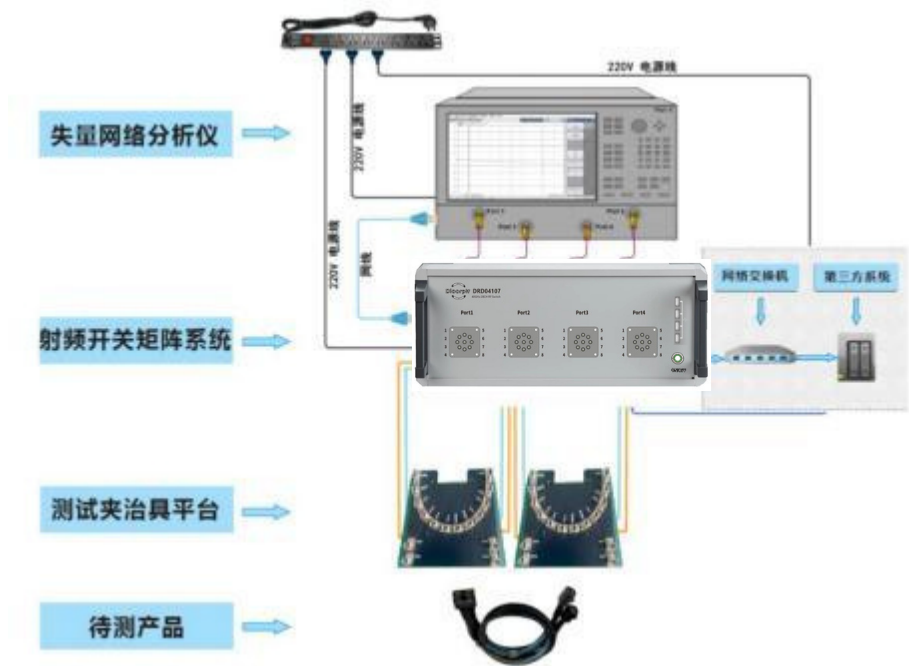
g) 支持 RS232 串口/USB 接口/LAN 接口程控，控制指令可定制

h) 系统供电 AC 220V ±20V，工作温度 -20℃ ~ 75℃，电源功耗 ≤ 100W

i) 吸收式高速射频机械开关，端口空闲时自带50欧姆负载，负载功率2W。

1.4 结构设计

矩阵开关设备使用标准机箱，射频接口和电源开关按钮放置在前面板，控制接口，电源接口以及散热风扇 放置于 后面板 。



拓扑图采用下列方案可满足客户各项性能指标，其拓扑链路原理如（图 1-1）

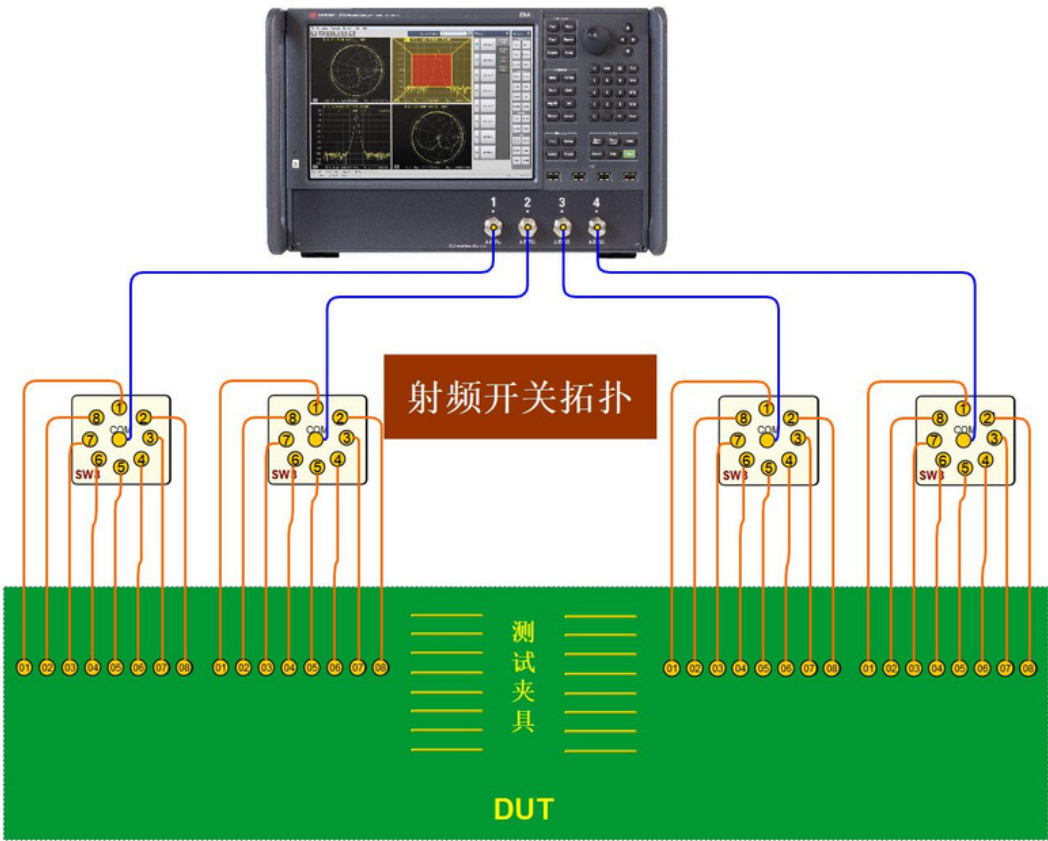


图 1-1 矩阵 开关射 频链路原 理框图

1.4.1 结构功能说明：

➤ 射频开关系统

多通道射频开关矩阵由 开关矩阵 + 电脑 + 控制及测试软件 + 线缆 四个部分组成。

开关矩阵：输入端与输出端，1 级开关+级联射频连接，上面一排放置 4 个 SP8T 模组（分别为 PORT1、PORT2、PORT3、PORT4）（共组成 28 个通道），输入输出模块间通过 2.92-KK 转接器实现互联，开关模块输入输出接口通过同轴线缆连接至面板上的 2.92/SMA 接口上。

➤ 控制系统

在机箱后有 485 控制转接模块，总控模块以及电源模块。

①电源模块功能：将输入的 220V 交流电转换为 24V 直流电后为各个模块供电。

②控制转接模块功能：总控板的控制信号分发至各个开关模块以及为开关模块提供电源分配。

③工控模块功能：将外部的控制信号进行译码处理并转换为对应的内部开关控制信号。

➤ 线缆说明

德普福多通道矢量开关矩阵设备连接网络分析仪使用 VNA 接口，可根据客户要求选配 2.92/2.4/1.85 等连接器，支持 2.92/2.4/1.85 等接头。

默认方案为：标准的带护套铠甲线缆，2.92 公头转 2.92 公头，CB360 穿体铠甲线缆，长度 1 米，频率 DC-40GHz，稳相 $\pm 8^\circ$ 。

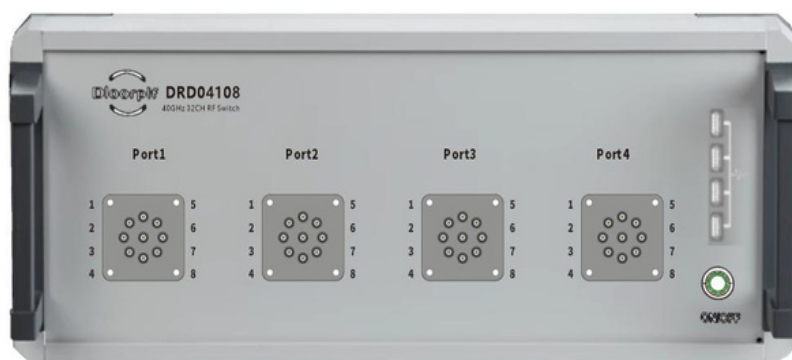


1.4.2 面板结构

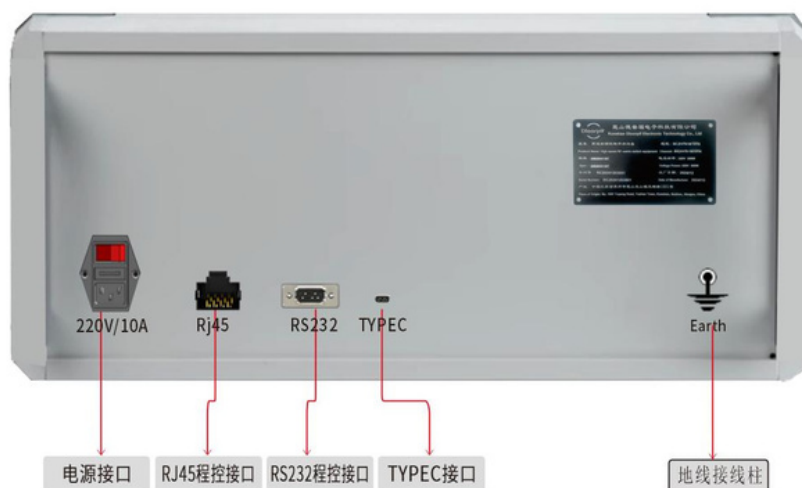
本方案射频开关矩阵结构组合射频开关模组，使用面板式共分 4 路（4 个 SP8T）结构，每路结构为 8 个通道，共计 32 个通道。

P1、P2 两路开关组合，任意 1 路作为射频输入，则另 1 路可作为射频输出。

设备前面板示意图：



设备后面板示意图：



1.4.3 设备尺寸

本方案的射频开关矩阵设备符合标准网络机柜的安装要求。设备面板配有安装孔位可以直接和标准机柜的安装孔对接安装固定。



1.5 程控接口

1.5.1 批量端口配置指令使用说明

1. 概述

1.1 通信参数

参数名称	参数值	说明
接口类型	RS232/USB/网口	串口接口
波特率	115200 bps	通信速率
数据位	8 bit	数据位长度
停止位	1 bit	停止位长度
校验位	无	无校验
流控制	无	无流控制

1.2 指令格式约定

SCPI指令分为两类：

- **通用命令**：以星号(*)开头，如*IDN?\r\n
- **子系统命令**：按功能层次结构组织，如PORT (1,1,6),(2,1,2),(3,2,4),(4,2,4)\r\n

指令格式说明：

- 大写字母表示命令的简写形式
- []表示可选参数
- <>表示需要用实际值替换的参数
- ?表示查询命令
- 所有命令必须以CRLF(回车换行,\r\n)结尾

2. 指令格式

```
PORT (端口号,设备地址,通道值),(端口号,设备地址,通道值),...
```

2.1 参数说明

- **端口号**: 1-4, 指定物理端口号
- **设备地址**: 1-127, 指定开关模块的地址编号
- **通道值**: 根据开关模组类型确定取值范围
 - 1P4T模组: 0,2,3,5,6
 - 1P6T模组: 0-6
 - 1P8T模组: 0-8
 - 4x1P2T/DPDT模组: 按位控制

3. 使用示例

3.1 1P4T/1P6T/1P8T模组控制

示例1：同时控制4个不同端口的设备

```
PORT (1,1,6),(2,1,2),(3,2,4),(4,2,4)
```

- 端口1地址1: 切换到通道6
- 端口2地址1: 切换到通道2
- 端口3地址2: 切换到通道4
- 端口4地址2: 切换到通道4

示例2：控制同一端口的多个设备

```
PORT (1,1,3),(1,2,5),(1,3,0)
```

- 端口1地址1: 切换到通道3
- 端口1地址2: 切换到通道5
- 端口1地址3: 切换到通道0（断开）

示例3：混合配置不同端口

```
PORT (2,5,1),(3,8,2),(4,12,0)
```

- 端口2地址5: 切换到通道1
- 端口3地址8: 切换到通道2
- 端口4地址12: 切换到通道0（断开）

3.2 4x1P2T/DPDT模组按位控制

控制格式

- 通道值: 十进制数值，范围0-15
- 控制方式: 4位同时控制模式
- 位映射: bit0-3对应switch模组1-4

4位同时控制模式

- 低4位直接控制4个switch模组状态(0=A,1=B)
- bit0-3对应switch模组1-4
- 示例:
 - 5 (0101) - 模组1:B; 模组2:A; 模组3:B; 模组4:A

- 15 (1111) - 模组1~4:B
- 0 (0000) - 模组1~4:A

使用示例

```
PORT (1,81,5)      // 端口1地址81: 模组1:B; 模组2:A; 模组3:B; 模组4:A
PORT (1,82,15)     // 端口1地址82: 模组1~4:B
PORT (2,81,0)      // 端口2地址81: 模组1~4:A
PORT (3,82,3)      // 端口3地址82: 模组1:B; 模组2:B; 模组3:A; 模组4:A
```

示例4: 4x1P2T/DPDT批量控制

```
PORT (1,81,5),(2,82,15),(3,81,0),(4,82,3)
```

- 端口1地址81: 模组1:B; 模组2:A; 模组3:B; 模组4:A
- 端口2地址82: 模组1~4:B
- 端口3地址81: 模组1~4:A
- 端口4地址82: 模组1:B; 模组2:B; 模组3:A; 模组4:A

3.3 6P混切模组控制

控制格式

- 通道值: 十进制数值
- 值映射: 12:通道1与通道2连接; 26:通道2与通道6连接; 0:通道都断开。

使用示例

```
PORT (1,1,12)      // 端口1地址1: 通道1与通道2连接
PORT (1,2,26)      // 端口1地址2: 通道2与通道6连接
PORT (1,3,0)       // 端口1地址3: 通道都断开
```

1.5.2 网口修改配置

1.电脑和设备之间正常连接了网线，确保自身电脑 ip 处于 192.168.0.xxx 网段。

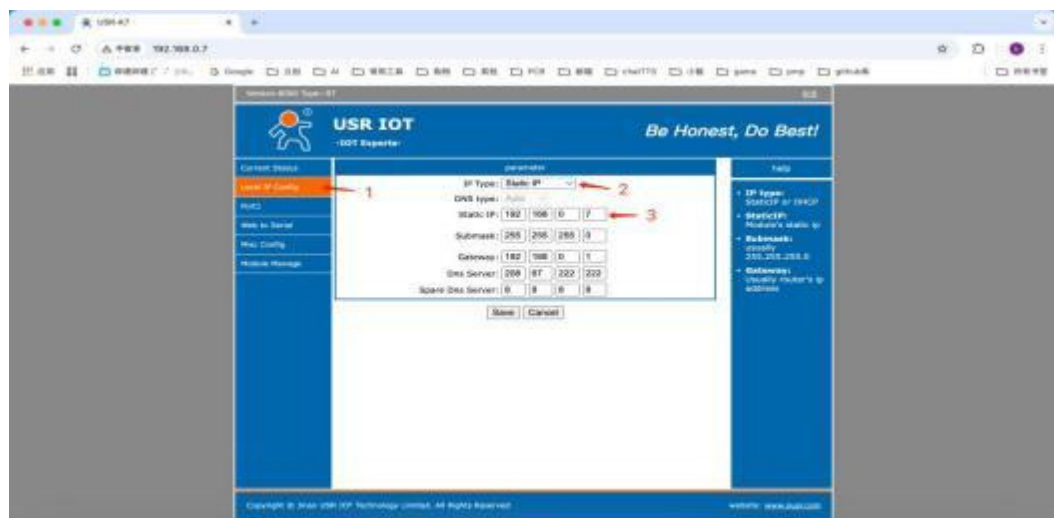
2.连接设备，打开浏览器，访问：192.168.0.7

用户名：admin

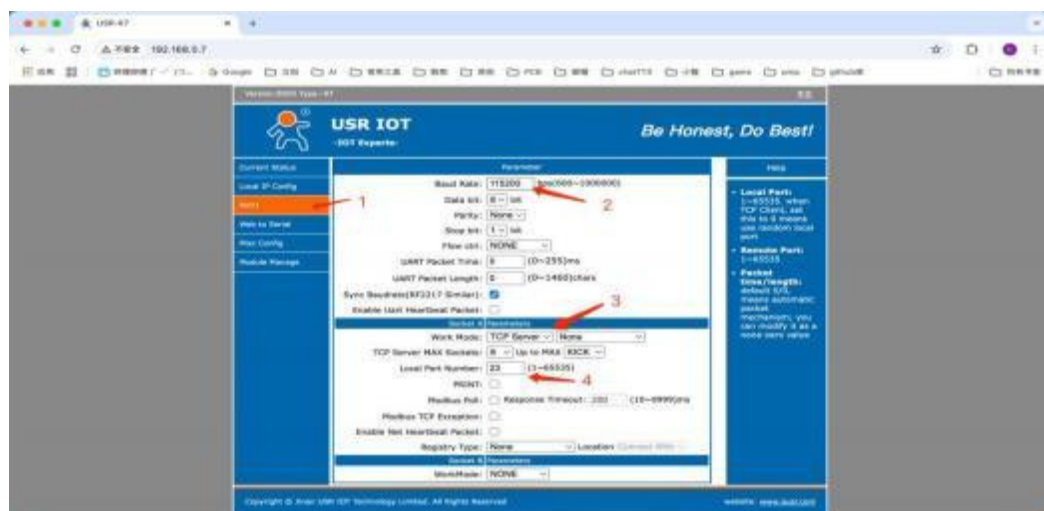
密码：admin



3.登陆成功后，在本机 IP 设置项中对设备的 IP 地址等信息进行设置修改。



4.在端口参数项中，可以修改端口号、远程主机地址、设备网口账号和密码等设置。



1.6 软件应用示例展现

德普福软件开发团队具有较强的软件定制开发能力和经验，自主研发的多通道矢量开关矩阵系统，是一种多端口多通道射频微波开关系统，它由多个射频和微波开关组合到一起形成的开关矩阵系统，广泛用于微波测试系统中，待测设备（DUT）和仪器之间的信号选通，可以将单个 DUT 的多个通道或多个 DUT 的射频微波信号选通到仪器。

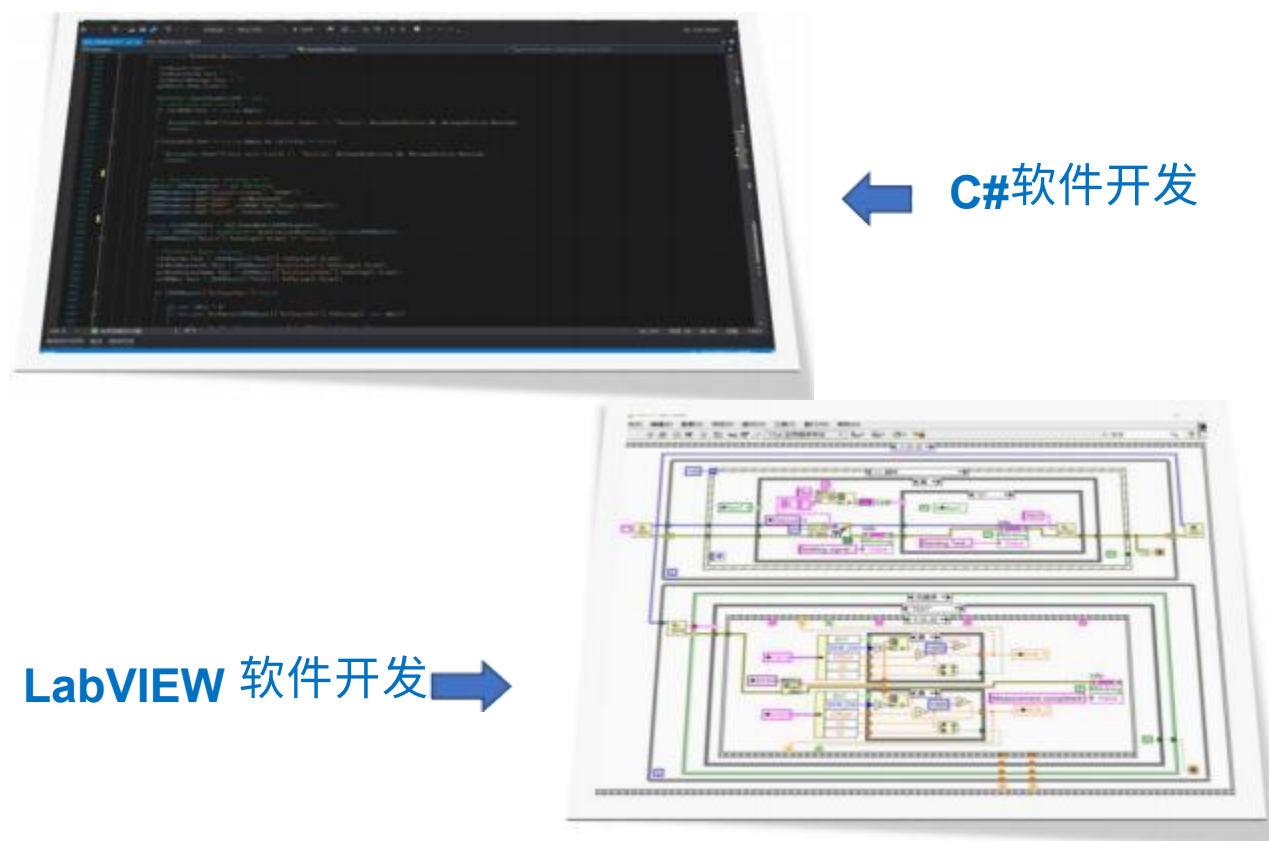
对于自动化、测试和控制的软件及固件系统的开发，尤其具有突出的开发能力。包括上位机软件（Software）和下位机软件（Firmware）。

德普福同时具有硬件（Hardware）PCB控制板的定制开发能力，可以适应客户各种软硬件结合的开发和定制需求。

德普福擅长于自动化和测控领域内的软件开发，结合现有工程师的开发经验，主要使用 LabVIEW、Python、C#、MATLAB等几种编程语言环境开发各种测控软件。

基于现有的技术能力优势，可为客户定制开发自动化及测控软件系统，主要包括：固件烧录、EEPROM读写码、光模块调测、射频测试、MES流程、客制化测试、自动化控制等自动化及测量测试软件系统。

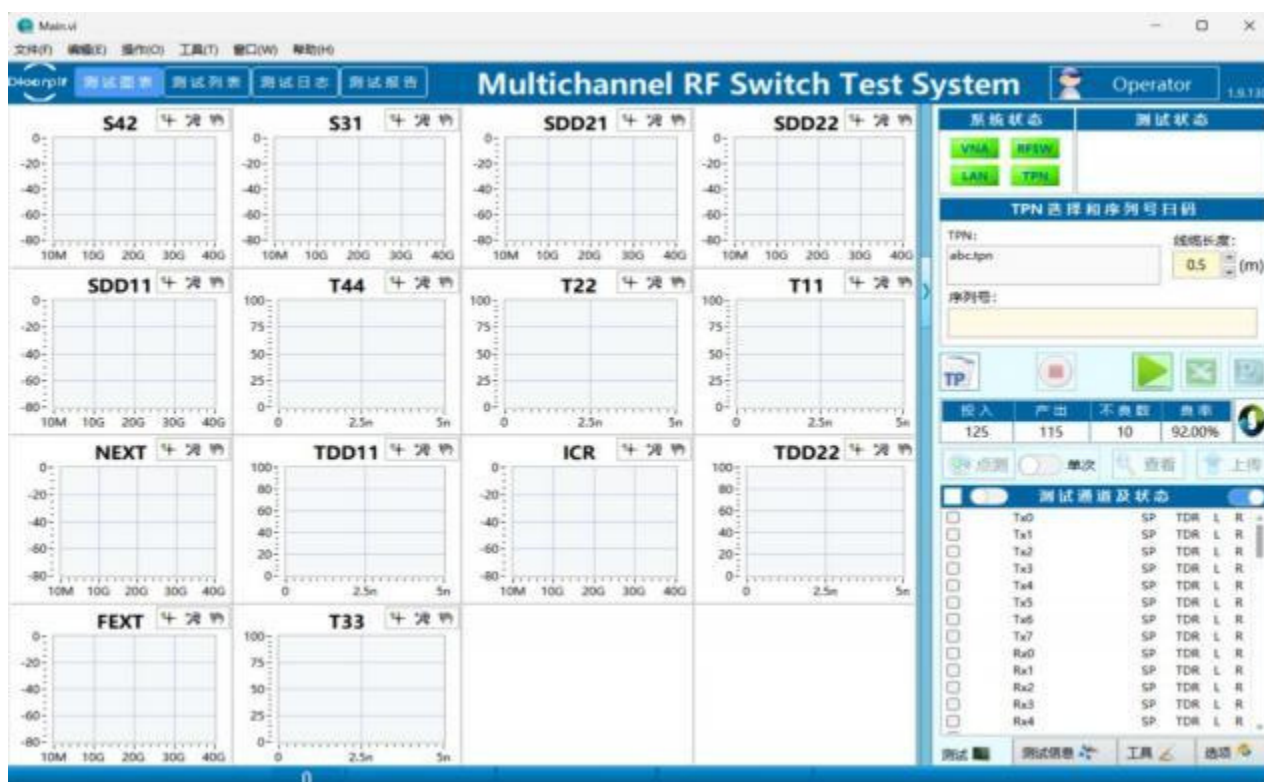
另外，德普福可以根据客户要求，定制化MES等系统的开发。



1.6.1 德普福矩阵开关高频测试软件展示：

德普福多通道矢量开关矩阵系统，内置自动化测试软件系统，支持“一键式测试”，即点击“开始”就能根据预先选好的Testplan 中设定的参数和规格完成所有测试和报告输出，实现了全自动化测试。配合扫码枪进行扫描输入，就可以实现流水式测试操作。

自动化测试软件系统，支持多个通道自动测试，测试全面，精确，可以按照客户的要求定制开发，完全适配客户的测试环境和要求。



上图为操作员测试系统界面

1.6.2 德普福部分其它软件开发案例示例：

(1) 25G SFP28三温测试系统软件

开发环境：LabVIEW

应用场景：25G SFP28光模块高低温性能测试

客户群体：光收发模块生产企业

关键技术：多线程控制、动态调用



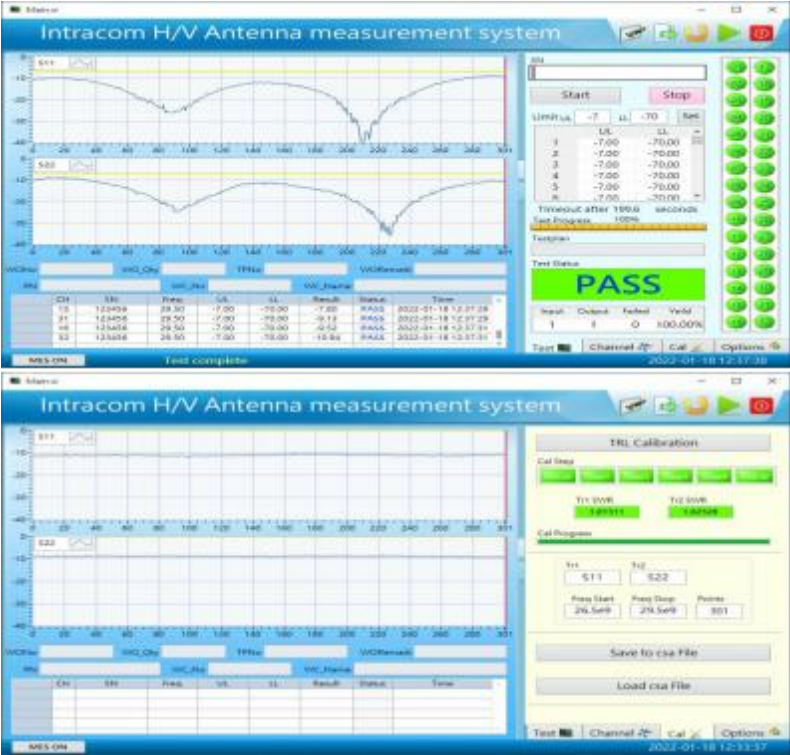
(2) 波导产品多通道S参数测试软件

开发环境：LabVIEW

应用场景：单个产品多通道射频 S参数测试需求

客户群体：移动通信、光通信、半导体等行业企业

关键技术：多通道切换



(3) 多产品EEPROM 烧录和读写系统

软件多产品EEPROM烧录和读写系统软件

开发环境：LabVIEW

应用场景：多种封装光模块EEPROM自动读写

客户群体：光收发模块生产企业

关键技术：Map定义、自动识别



(4) QSFP-DD COM 计算

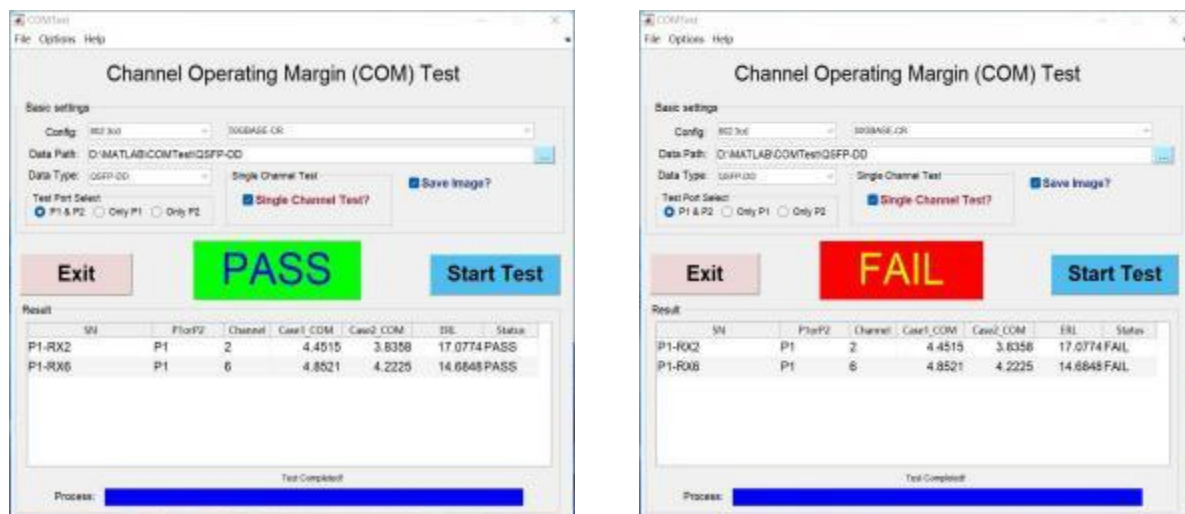
软件开发环境：

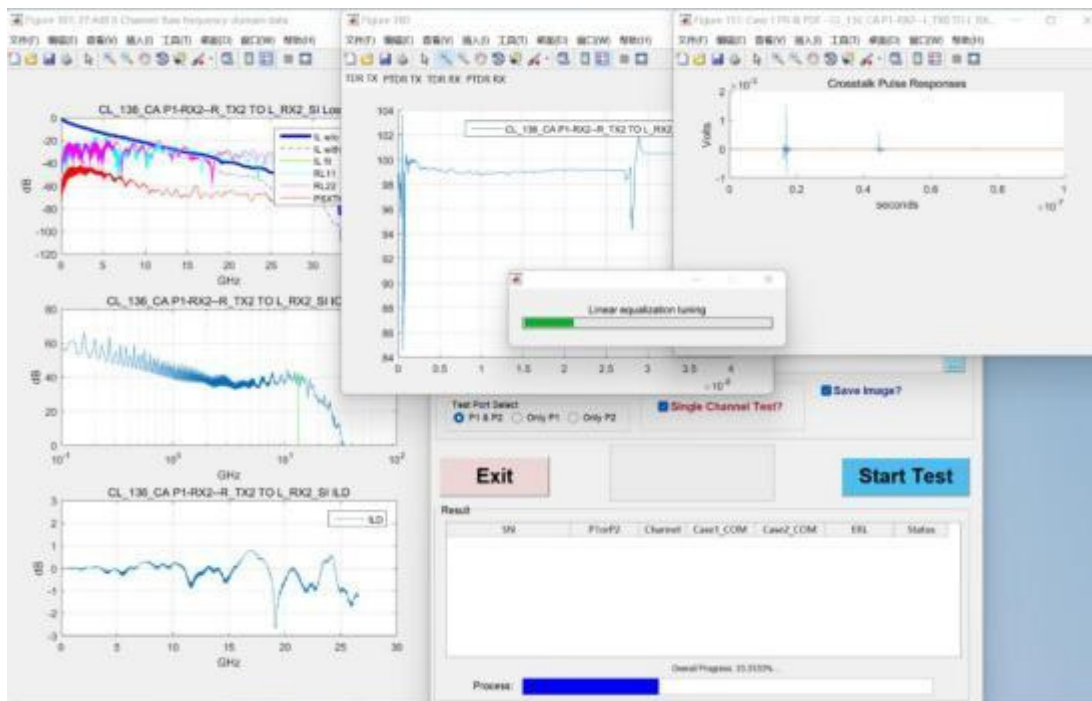
MATLAB

应用场景：DAC类产品的IEEE802.3 COM值计算

客户群体：无源铜缆DAC产品研发生产企业

关键技术：COM值算法





(5) 多通道DCR测试软件

开发环境：LabVIEW、MicroPython

应用场景：多点位DCR（直流电阻）测试需求

客户群体：移动通信、半导体等行业企业

关键技术：软件/固件交互控制

