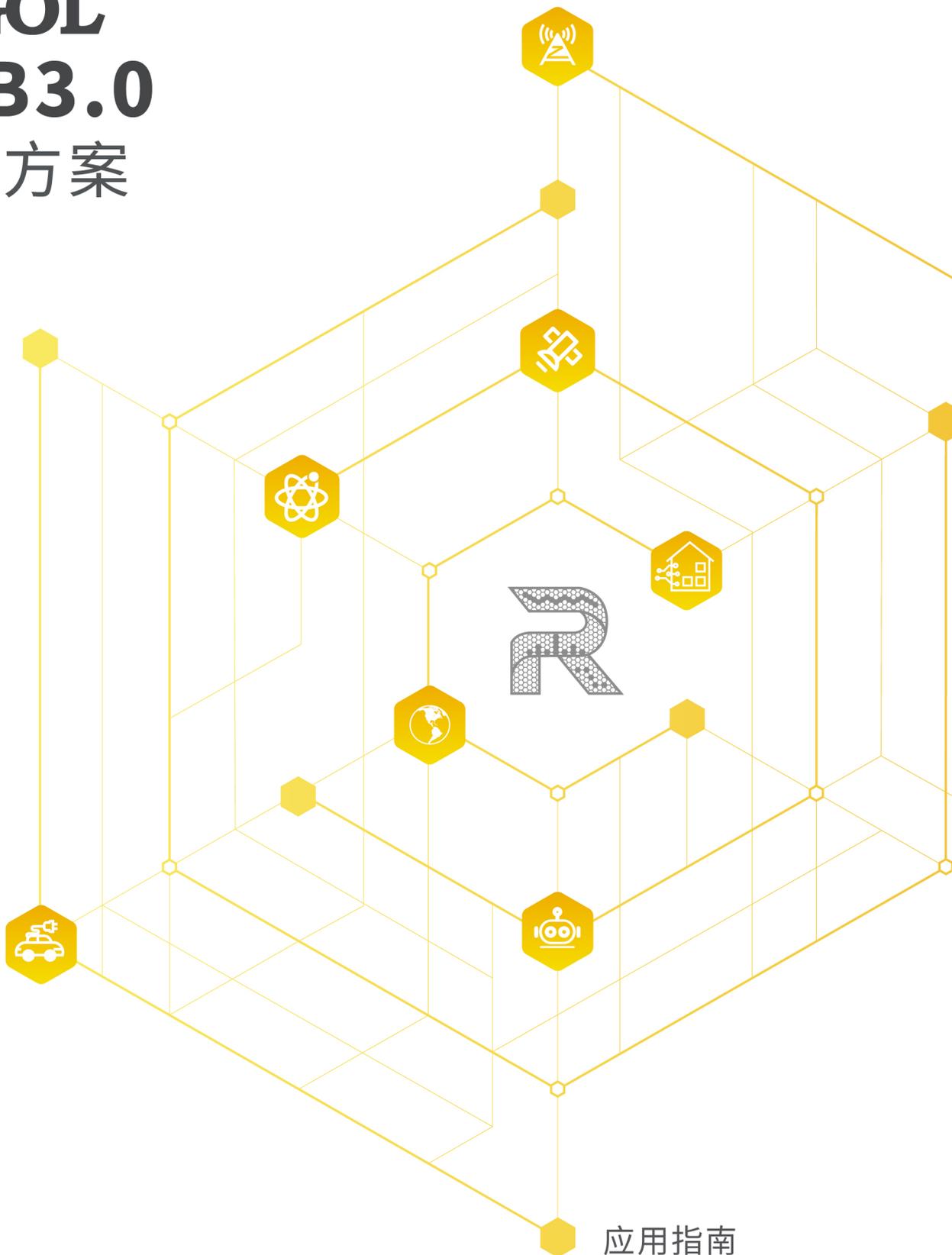




RIGOL

RIGOL USB3.0 测试方案



应用指南

ANW01000-1220-0002

1 引言

USB 3.0 是一种 USB 规范，该规范由英特尔等公司发起。现已被 USB IF 更新至 USB 3.2 gen 1。USB 2.0 已经得到了 PC 厂商普遍认可，接口更成为了硬件厂商的必备接口。USB2.0 的最大传输带宽为 480Mbps（即 60MB/s），而 USB3.0 的最大传输带宽高达 5.0Gbps（500MB/s）。



图 1.1 USB 发展历史

2 USB 3.0

USB 3.0 也被认为是 SuperSpeed USB 为那些与 PC 或音频/高频设备相连接的各种设备提供了一个标准接口。计算机内只有安装 USB3.0 相关的硬件设备后才可以使使用 USB3.0 相关的功能。从键盘到高吞吐量磁盘驱动器，各种器件都能够采用这种低成本接口进行平稳运行的即插即用连接，用户基本不用花太多心思在上面。新的 USB 3.0 在保持与 USB 2.0 的兼容性的同时，还提供了下面的几项增强功能：

- 极大提高了带宽——高达 5Gbps 全双工（USB2.0 则为 480Mbps 半双工）。
- 实现了更好的电源管理。
- 能够使主机为器件提供更多的功率，从而实现 USB——充电电池、LED 照明和迷你风扇等应用。
- 能够使主机更快地识别器件。
- 新的协议使得数据处理的效率更高。

USB3.0 可以在存储器件所限定的存储速率下传输大容量文件（如 HD 电影）。例如，一个采用 USB3.0 的闪存驱动器可以在 15 秒钟将 1GB 的数据转移到一个主机，而 USB 2.0 则需要 43 秒。

受到消费类电子器件不断增加地分辨率和存储性能需求的推动，希望通过宽带互联网连接能够实现更宽的媒体应用，因此，用户需要更快速的传输性能，以简化下载、存储以及对于多媒体的大量内容的共享。USB 3.0 在为消费者提供其所需的简易连接性方面起到了至关重要的作用。

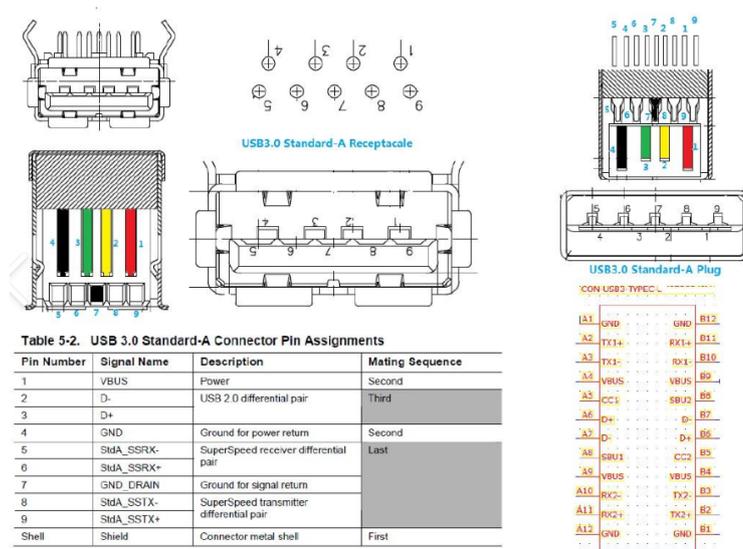


图 2.1 USB3.0 接口引脚定义

3 测试挑战

在进行 USB 3.0 一致性测试时，有以下几个方面的挑战：

挑战	分析
高速数据传输要求	USB3.0 标准要求传输速度达到 5Gbps，因此需要使用 13G 带宽的示波器进行测试，来确保数据传输的稳定性和可靠性。
电源管理	USB3.0 需要稳定无干扰的电力支持，因此电源管理的测试也是一个难点
兼容性	USB3.0 设备需要与不同厂家生产的设备进行兼容性测试，确保在不同环境下的稳定性。
信号完整性	USB3.0 的高速传输要求对信号完整性有较高要求，需要进行严格的信号完整性测试。
数据分析	USB3.0 需要对测试结果进行准确记录和分析，确保测试数据的可靠性和准确性。

4 解决方案

RIGOL USB3.0 一致性测试方案主要以下软硬件构成：

- DS80000 测试示波器
- DG70000 为测试提供触发信号
- 上位机软件 RigolCTS
- 夹具 USB 3.1 DEVICE FIXTURE 1C
- 夹具 USB 3.1 COMPLIANCE LOAD BOARD
- 电源 DP2000 为测试夹具进行供电
- 测试线缆若干



图 4.1 RIGOL USB3.0 一致性测试方案硬件 1



图 4.2 RIGOL USB3.0 一致性测试方案硬件 2



图 4.3 RIGOL USB3.0 一致性测试方案硬件 3



图 4.4 RIGOL USB3.0 一致性测试方案硬件 4

测试连接图如下：首先将两块夹具 Deviec FIXTURE 1C（图 3 左）和 COMPLIANCE LOAD BOARD（图 3 右）通过线缆连接到一起。将 DUT 接到 Deviec FIXTURE 1C 的测试端口上。同时需要对夹具 Deviec FIXTURE 1C 进行 5V/0.35A 的稳定供电。通过线缆连接 DG70000 的通道一的 DC+和 DC-到夹具 COMPLIANCE LOAD BOARD 上的 \pm TX1。最后将夹具 Deviec FIXTURE 1C 上面的 \pm TX1 分别通过线缆引入示波器 DS81304 的 CH1 与 CH2。

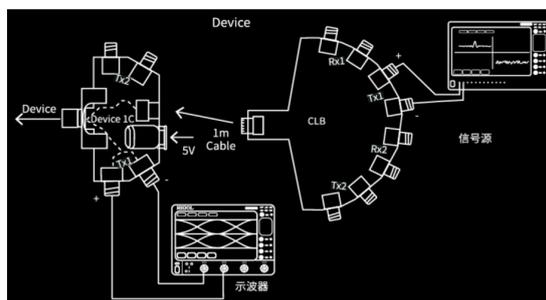


图 4.5 USB3.0 测试链接示意图和实测链接图 1

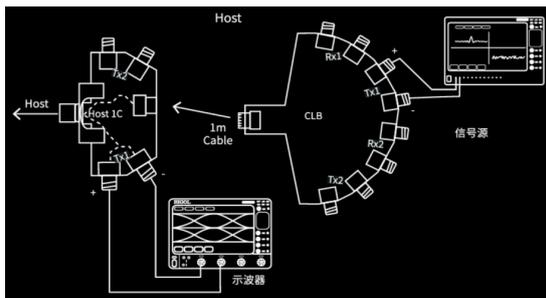


图 4.6 USB3.0 测试链接示意图和实测链接图 2



图 4.7 USB3.0 测试链接示意图和实测链接图 3



图 4.8 USB3.0 测试链接示意图和实测链接图 4

4.1 测试方案特点

RIGOL USB3.0 一致性测试方案有以下特点：

1. 采集设备高速、稳定

方案中采用 DS80000 系列数字示波器作为采集单元，该示波器是 RIGOL 自主研发的第八代数字示波器，基于 StationMAX II 代平台，实现了最高 40GSa/s 实时采样率、13GHz

模拟带宽。除硬件指标的提升，DS80000 系列数字示波器还提供了多种人性化设计。确保用户 USB3.0 测试的速度要求之余，还保证了测试效率

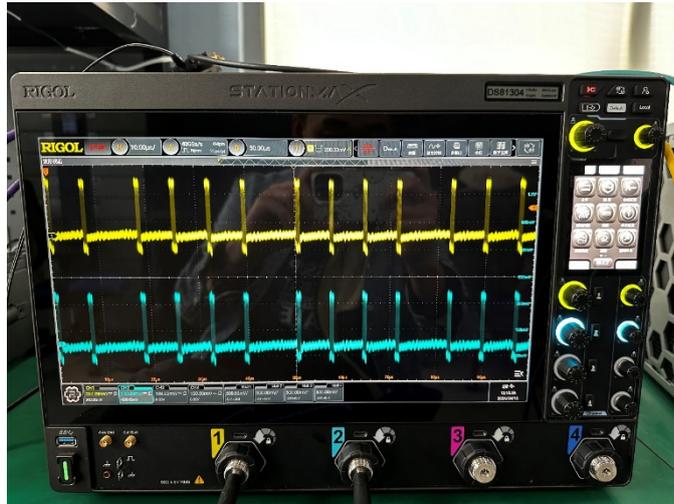


图 4.9 USB3.0 实际测试图片

2. 稳定，纯净的电源系统

在测试中使用 DP2000 线性可编程直流电源为测试夹具提供低噪声、低纹波的高纯净度电压信号。排除了电源干扰造成的测量误差。且 D2000 具有多重保护功能，可以有效防止误触动，误操作等对昂贵的测试电路造成物理损害。



图 4.10 DP2000 提供 uA 级精准电流

3. USB3.0 自动化测试分析软件

RIGOL 专门为 USB3.0 测试开发了 PC 端自动测试软件，可以高效率对 USB3.0 进行物理层一致性测试，PC 端上位机不仅可以直接连接示波器进行自动化测试，也可以让工程师在本地保存数据进行离线分析，最终给出完整的测试报告。

对于 LPFS 信号测试包括：脉冲串突发时间、脉冲串重复时间、时钟周期、脉冲上升时间、脉冲下降时间、占空比、AC 共模电压、差分峰峰值。

对于 5G 信号测量包括：眼图、抖动、确定性抖动、随机性抖动、最小扩频时钟偏移、最大扩频时钟偏移、扩频时钟调制、扩频时钟转换率、单位区间。

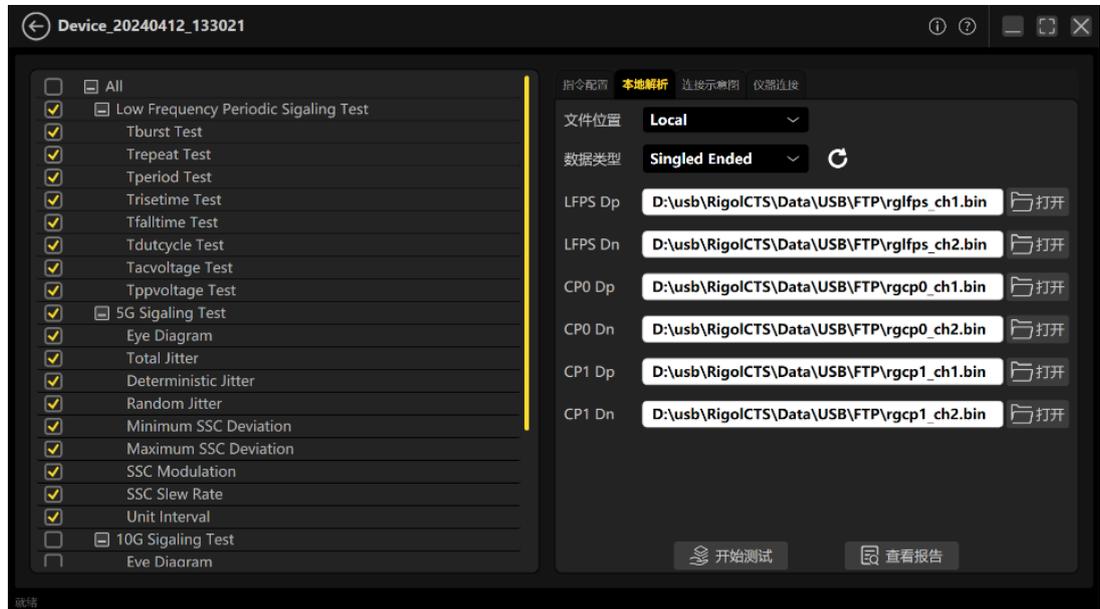


图 4.11 USB3.0 软件界面

在测试过程中我需要分别测试 LPFS 信号、CP0 信号以及 CP1 信号，并将测试信号保存到示波器当中。因此在测试中我们需要按照上位机软件上面指示，分别测试 LPFS 信号、CP0 信号以及 CP1 信号。并且需要再将信号完整保存到示波器之后切换测试模式继续测试。再将所有信号测试完成以及保存之后再进入分析模式。

4.2 测试报告

在全部信号测试完成之后，我们需要在软件上面进入到本地解析模式，3.0 上位机软件会将示波器保存的波形自动读取到 PC 端。之后会调用 SigTest.exe 解析选择的文件，同时程序解析生成的文件形成 USB 测试项数据，并输出完整 USB3.0 测试报告。

General Information

DUT Type	Device
Date Time	2023-10-19 19:58:57
Instrument	DS81304
Oscilloscope Version	DS81004
RigolCTS Version	V1.0
Comments	测试USB设备一致性

图 4.12 USB3.0 一致性测试报告表头

报告第一部分为测试时间，被测物等基本测试参数，此处各位工程师可以根据实际情况自行设置修改。

Test Summary

Low Frequency Periodic Signaling Test

Result	Test	Description	Run
✓	TD.1.1	Tburst Test	1
✓	TD.1.1	Trepeat Test	1
✓	TD.1.1	Tperiod Test	1
✓	TD.1.1	Trisetime Test	1
✓	TD.1.1	Tfalltime Test	1
✓	TD.1.1	Tduty Test	1
✗	TD.1.1	Tacvoltage Test	1
✓	TD.1.1	Tppvoltage Test	1

图 4.13 USB3.0 一致性测试 LFPS 信号测试项

5G Signaling Test

Result	Test	Description	Run
✓	TD.1.3	Eye Diagram	1
✓	TD.1.3	Total Jitter	1
✓	TD.1.3	Deterministic Jitter	1
✓	TD.1.3	Random Jitter	1
✓	TD.1.6	Minimum SSC Deviation	1
✓	TD.1.6	Maximum SSC Deviation	1
✓	TD.1.6	SSC Modulation	1
✓	TD.1.6	SSC Slew Rate	1
✓	TD.1.3	Unit Interval	1

图 4.14 USB3.0 一致性测试 5G 信号测试项

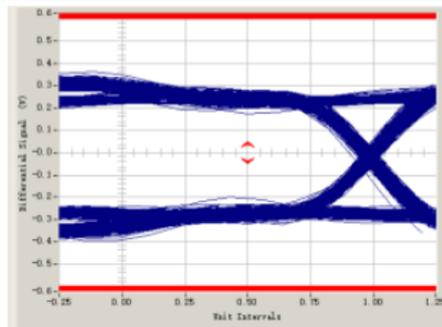
报告第二部分测试摘要，在此可以看到 USB3.0 测试所有测试项目，并且可以观看到测试是否正常，可以帮助工程师更好的判断测试结果。

Eye Diagram

Description	Eye Diagram
Run	1
Result	Pass
Time	2024-01-08 14:28:11
Comments	device

Additional Information

Measurement	Value	Limits
Minimum eye width	160.276835 ps	Information Only
Minimum Transition Eye Voltage	-0.45594 volts	Information Only
Maximum Transition Eye Voltage	0.397594 volts	Information Only
Minimum Non Transition Eye Voltage	-0.396156 volts	Information Only
Maximum Non Transition Eye Voltage	0.347841 volts	Information Only
Composit Eye Height	0.383438	Information Only
Composit Eye Location	0.5	Information Only
Minimum Transition Eye Voltage Margin Above Eye	0.193588 volts	Information Only
Minimum Transition Eye Voltage Margin Below Eye	-0.253578 volts	Information Only
Minimum Transition Eye Height	0.547167 volts	Information Only
Minimum Non Transition Eye Voltage Margin Above Eye	0.12604 volts	Information Only
Minimum Non Transition Eye Voltage Margin Below Eye	-0.157397 volts	Information Only
Minimum Non Transition Eye Height	0.383438 volts	Information Only



Eye Diagram

Description	Eye Diagram
Run	1
Result	Pass
Time	2024-01-08 14:28:11
Comments	device

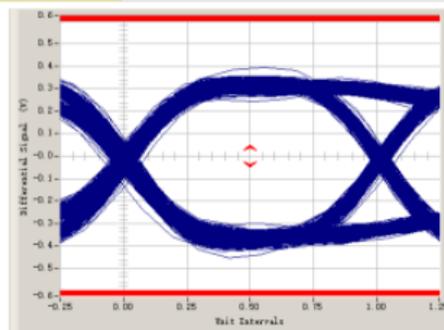


图 4.15 USB3.0 一致性测试报告

报告的第三部分为各测试项目具体测试结果包括脉冲串突发时间、脉冲串重复时间、时钟周期以及眼图等完整 USB3.0 测试项目，工程师可以看到各项测试的具体结果方便观察。通过 USB3.0 一致性测试报告工程师可以快速精确判断被测产品是否符合 USB3.0 标准。

5 总结

USB3.0 接口具备更高传输速度，支持热插拔以及多个设备连接的特点，能够满足用户对于简便易用的需求，已成为多数外部设备制造商的最终选择。但是这种快速提升的标准和兼容能力也给设备设计人员带来了必须解决的新型设计挑战。

RIGOL 致力于为工程师们不断提供完善的解决方案，详情请访问网址：www.RIGOL.com。

RIGOL 提供了一套完善的工具，包括数字示波器、专业的测试夹具以及全自动一致性测试软件，使得 USB 3.0 设备设计人员能够高效精确地进行信号捕捉、测试与分析。

全面助力智慧世界和科技创新



- 📶 蜂窝-5G/WIFI
- 📍 UWB/RFID/ ZIGBEE
- 🔗 数字总线/以太网
- 📡 光通信

- 🔧 数字/模拟/射频芯片
- 📁 存储器及MCU芯片
- 🔌 第三代半导体
- ☀️ 太阳能光伏电池

- 🚗 新能源汽车
- ☀️ 光伏/逆变器
- 🔌 电源测试
- 🚗 汽车电子

为行业客户提供测试测量产品和解决方案

RIGOL开放实验室

地址：北京、苏州、深圳、西安
开放时间：工作日 9:00 am~6:00 pm
预约方式：实验室工程师小源 18061921901
实验室微信号 18061921901
RIGOL客服热线：400-620-0002
官网预约网址：
<https://www.rigol.com/quote/Lab-appoint.html>

RIGOL®是普源精电科技股份有限公司的英文名称和商标。
本文档中的产品信息可不经通知而变更，有关RIGOL最新的产品、应用、服务等方面的信息，请访问RIGOL官方网站：

www.rigol.com



RIGOL开放实验室微信号



RIGOL实验室视频号



RIGOL官方微信



RIGOL官网