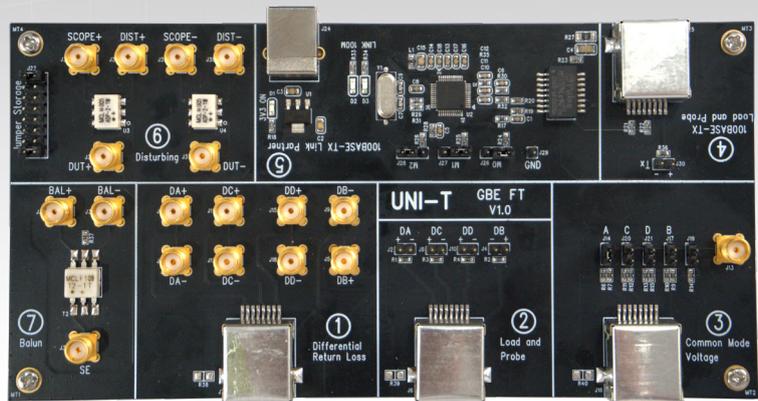


# UNI-T

## UT-GBE-FT 100/1000M以太网一致性测试夹具



## 用户手册REV.1.0

## 2025年6月

## 版权信息

优利德科技（中国）股份有限公司版权所有。

如果原购买者自购买该产品之日起三年内，将该产品出售或转让给第三方，则保修期应为自原购买者从优利德或授权的优利德分销商购买该产品之日起三年内。探头及其他附件和保险丝等不受此保证的保护。如果在适用的保修期内证明产品有缺陷，优利德可自行决定是否修复有缺陷的产品且不收部件和人工费用，或用同等产品（由优利德决定）更换有缺陷的产品。优利德作保修用途的部件、模块和更换产品可能是全新的，或者经修理具有相当于新产品的性能。所有更换的部件、模块和产品将成为优利德的财产。

以下提到的“客户”是指据声明本保证所规定权利的个人或实体。为获得本保证承诺的服务，“客户”必须在适用的保修期内向优利德通报缺陷，并为服务的履行做适当安排。客户应负责将有缺陷的产品装箱并运送到优利德指定的维修中心，同时预付运费并提供原购买者的购买证明副本。如果产品要运送到优利德维修中心所在国范围内的地点，优利德应支付向客户送返产品的费用。如果产品送返到任何其他地点，客户应负责支付所有的运费、关税、税金及任何其他费用。

本保证不适用于由于意外、机器部件的正常磨损、在产品规定的范围之外使用或使用不当或者维护保养不当或不足而造成的任何缺陷、故障或损坏。优利德根据本保证的规定无义务提供以下服务：

- a) 修理由非优利德服务代表人员对产品进行安装、修理或维护所导致的损坏；
- b) 修理由于使用不当或与不兼容的设备连接造成的损坏；
- c) 修理由于使用不符合本说明书要求的电源而造成的任何损坏或故障；
- d) 维修已改动或者与其他产品集成的产品（如果这种改动或集成会增加产品维修的时间或难度）。

本保证由优利德针对本产品而订立，用于替代任何其他的明示或暗示的保证，优利德及其经销商拒绝对于特殊目的的适销性或适用性做任何暗示的保证。对于违反本保证的情况，优利德负责修理或更换有缺陷产品是提供给客户的唯一和全部补救措施。无论优利德及其经销商是否被预先告知可能发生任何间接、特殊、偶然或必然的损坏，优利德及其经销商对这些损坏均概不负责。

## 商标信息

**UNI-T**是优利德科技(中国)股份有限公司[UNI-TREND TECHNOLOGY(CHINA)CO., LTD.]的注册商标。

## 文档版本

UT-GBE-FT V1.0

## 声明

- 优利德产品受中国或其他国家专利权的保护，包括已取得或正在申请的专利。
- 本公司保留更改产品规格和价格的权利。
- 优利德保留所有权利。许可软件产品由优利德及其子公司或提供商所有，受国家版权法及国际条约规定的保护，本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。
- 技术数据如有变更，恕不另行通告。

## 前言

感谢您选择这款优利德仪器。为了安全和正确使用本仪器，请仔细阅读本手册，尤其是安全说明部分。阅读本手册后，建议将手册保存在方便的地方，最好靠近设备，以备将来参考。

## 文档概述

本文档介绍测试夹具的布局与应用，这些夹具应用于以太网一致性测试。

夹具：

- 以太网测试主夹具
- 回波损耗测试校准夹具

夹具应用场景：

- 100Base-Tx测试
- 1000Base-Tx测试

## 夹具布局介绍

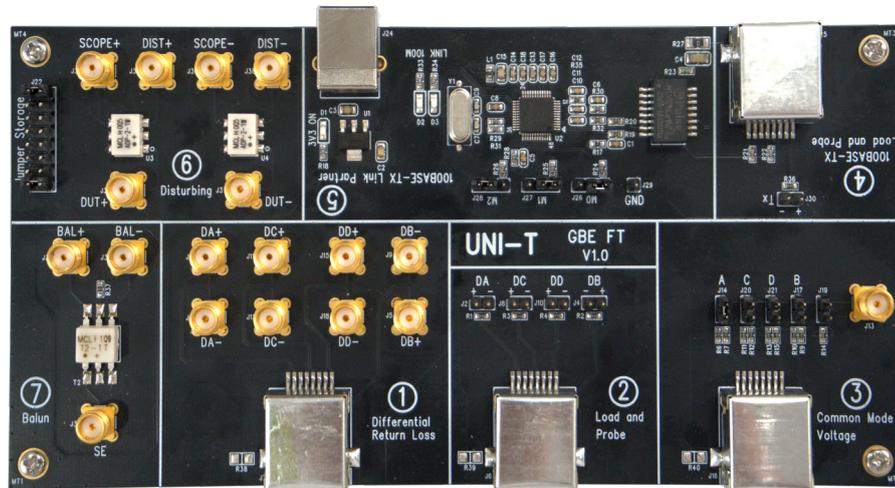


图 1-1 以太网测试主夹具

各个功能区介绍如下：

区域①：SMA 连接区域，主要用于回波损耗测试，配合 balun 和校准板使用

区域②：2.54mm 插针区域，用于连接差分探头进行波形测试

区域③：共模信号测试区域，测试前需调整跳线帽至被测通道上

区域④：100M 测试区域，测试前应先连接被测件且对夹具供电（使用 USB 电缆供电），观测到 D1 和 D2 均亮起时可开始测试

区域⑤：板载 100M 的 link partner 区域

区域⑥：disturber 信号加载区，设计有两组功分器

区域⑦：balun 区，设计有一个 balun，用于回波损耗测试校准



图 1-2 回波损耗测试校准夹具

回波损耗校准区域，在回波损耗测试下可以对网络分析仪进行开路、短路、负载校准

## 附件

本节列出了UT-GBE-FT套件及标准附件，所列部件可通过咨询UNI-T和经销商订购。

标配附件	数量	描述
主测试夹具	×1	标配
校准测试夹具	×1	标配
15厘米网线	×1	标配
SMA负载	×6	标配
USB供电线缆	×1	标配

## 以太网一致性测试项目

测试项目	测试子项	采用标准
峰值差分电压测试	UTP差分输出电压 (Pos)	IEEE802.3-2018, 第25条 ANSI X3.263-1995, 第9.1.2.2节
	UTP差分输出电压 (Pos)	
	信号幅度对称性	
过冲测试	过冲 (正脉宽)	IEEE802.3-2018, 第25条
	过冲 (负脉宽)	ANSI X3.263-1995, 第9.1.3节
AOI模版测试	UTP AOI模版	IEEE 802.3-2018, 第 25条 ANSI X3.263-1995, 附件J
AOI上升/下降时间测试	AOI +V <sub>out</sub> 上升时间	IEEE 802.3-2018, 第 25条 ANSI X3.263-1995, 第9.1.6款
	AOI +V <sub>out</sub> 下降时间	
	AOI +V <sub>out</sub> 上升/下降时间对称性	
	AOI -V <sub>out</sub> 上升时间	
	AOI -V <sub>out</sub> 下降时间	
	AOI -V <sub>out</sub> 上升/下降时间对称性	
	AOI 整体上升/下降时间对称性	
DCD/Jitter测试	传输抖动测试	IEEE 802.3-2018, 第 25条 ANSI X3.263-1995, 第9.1.9款
	占空比失真测试	IEEE 802.3-2018, 第 25条 ANSI X3.263-1995, 第9.1.8款
回波损耗	发射机回波损耗测试	后续增加
	接收机回波损耗测试	后续增加
	MDI回波损耗测试	后续增加

## 测试前准备

进行测试前，用户首先需要做如下准备工作：

- 准备支持以太网一致性分析功能的示波器。
- 准备被测设备。
- 准备需要的其它测试工具：夹具、差分探头、SMA线缆、USB 连接线、以太网线缆等。

## 示波器准备

根据以太网一致性测试标准（IEEE 802.3）中1000Base - T要求，示波器带宽 $\geq 1\text{GHz}$ ，采样率 $\geq 5\text{GSa/s}$ 以上。优利德高带宽示波器MSO7000X及MSO8000HD系列带宽范围：1GHz-8GHz，最高20GSa/s采样率，MSO8000HD的12位数模转换器为一致性测试提供了最精确的测量数据，并以其优良的信号完整性，如50mV/div垂直档位下低于800 $\mu\text{V}$ 的底噪，满带宽超过7bit的ENOB，150fs RMS低固有抖动有效保障了一致性分析数据的真实和可靠性。

对于测试用示波器，应确保已经执行下列操作：

- 在使用前使示波器预热 30 分钟。
- 当环境温度变化达到或超过 5°C时，执行自校正程序。
- 进行“功能检查”和“探头校准”操作。

**注：**本手册测试连接及测试步骤中所使用的示波器以 MSO7000X 系列示波器为例。执行自校正程序、功能检查部分以及探头校准操作请参考《MSO7000X 系列混合信号示波器用户手册》以及《UT-PD1500 有源差分探头用户手册》。

## 探头准备

差分探头应用于高速信号质量测试，带宽应 $\geq 1\text{GHz}$ ，推荐使用优利德UT-PD1500/UT-PD2500/UT-PD4000 有源差分探头。

## 夹具应用

### 连接示意图

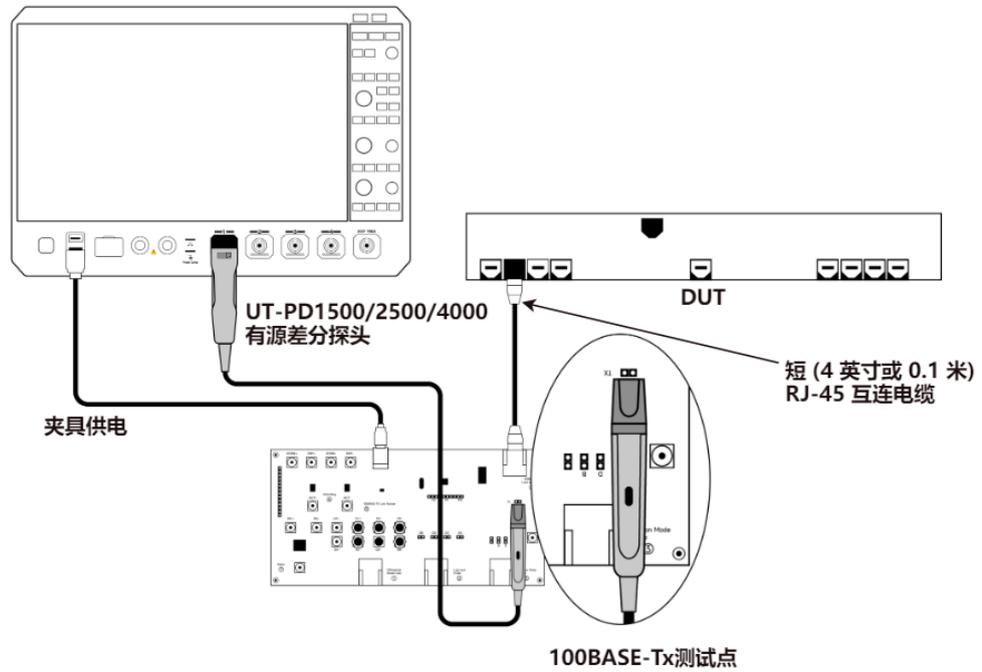


图 1-3 100BASE-Tx一致性探头连接图

## 100Base-Tx测试环境搭建

### 差分幅度、对称性、过冲、模版、上升下降时间、抖动、占空比测试

测试环境按照图2-1搭建，使用配套的15厘米网线连接DUT至夹具④区的J25接口，将示波器差分探头插入④区的J30两pin插针。随后使用配套的USB线缆连接示波器任意USB口至夹具⑤区的USB Type-B口以完成供电。

**提示：**连接差分探头时需注意正负极性。

此时可观察到夹具⑤区的D1 3.3V供电和D2 100M模式LED灯亮起，示波器将出现如图2-2所示的码型，启动示波器一致性测试软件开始测试。

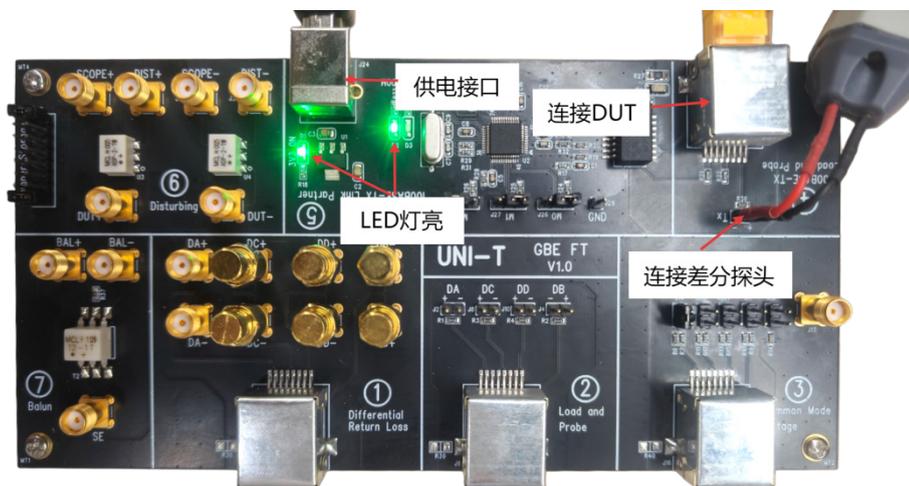


图 2-1 100Base-Tx测试环境搭建框图

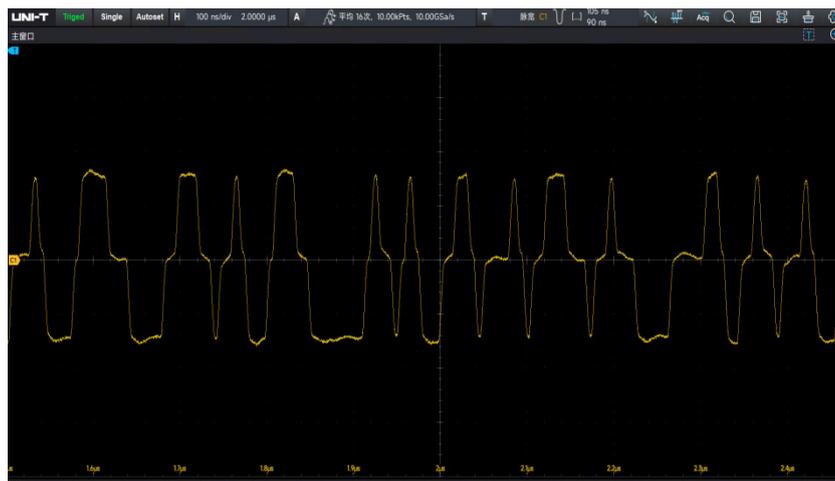


图 2-1 100M Idle码

## 发送端回波损耗测试

测试前需对矢量网络分析仪进行校准，校准连接如图2-3所示，用SMA线缆连接A组信号至巴伦（即DA+与BAL+，DA-与BAL-相连接），SE端连接至矢量网络分析仪1端口，校准过程中根据矢网界面提示轮流将15厘米网线插入校准夹具板上的Open，Short和Load三个接口。完成校准后，取下校准板，将15厘米网线插入被测件，对被测件上电并在矢网上完成测试。

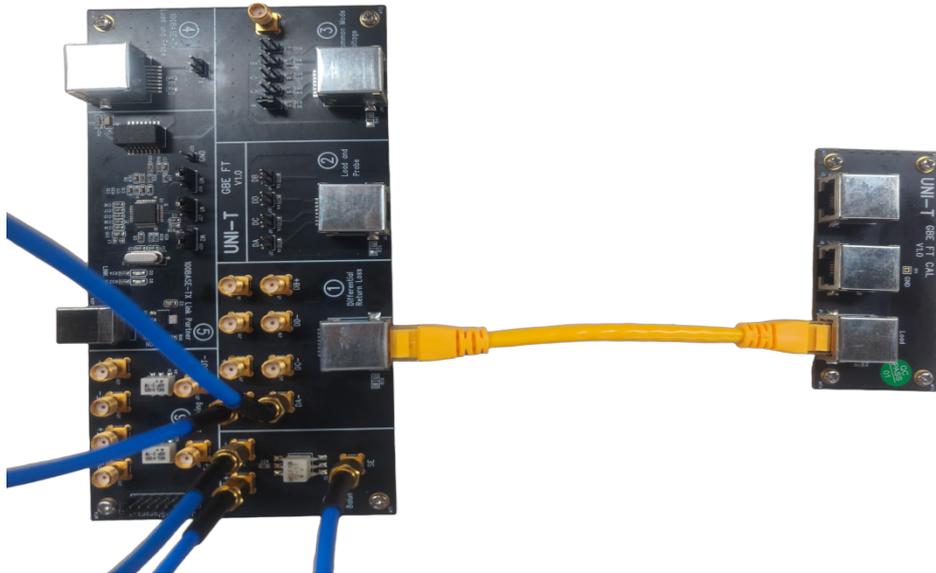


图 2-3 发送端回波损耗校准及测试框图

## 接收端回波损耗测试

测试前需对矢量网络分析仪进行校准，校准连接如图2-4所示，用SMA线缆连接B组信号至巴伦（即DB+与BAL+，DB-与BAL-相连接），SE端连接至矢量网络分析仪1端口，校准过程中根据矢网界面提示轮流将15厘米网线插入校准夹具板上的Open，Short和Load三个接口。完成校准后，取下校准板，将15厘米网线插入被测件，对被测件上电并在矢网上完成测试。

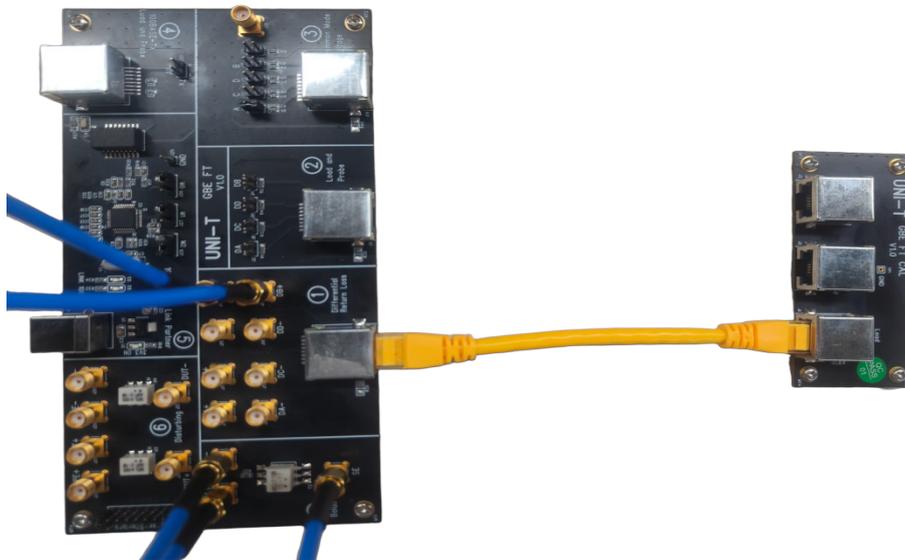


图 2-4 接收端回波损耗校准及测试框图

# 1000Base-T测试环境搭建

## 峰值信号电压、模版和Droop测试

测试环境分两种——带干扰（disturb）和不带干扰。不带干扰信号测试按照图3-1搭建，即②区DB端连接差分探头，J6端连接DUT。带干扰信号测试按照图3-2搭建，即将DIST+和DIST-连接至干扰源，SCOPE+和SCOPE-连接至示波器，连接Tx差分信号至功分器（DUT+和DA-，DUT-和DA-用SMA线相连接），J7端连接DUT，如需对干扰信号幅度进行校准，可参考附件5.2和5.3。环境搭建完成后对DUT上电开始测试，该项测试需配置test mode为1。

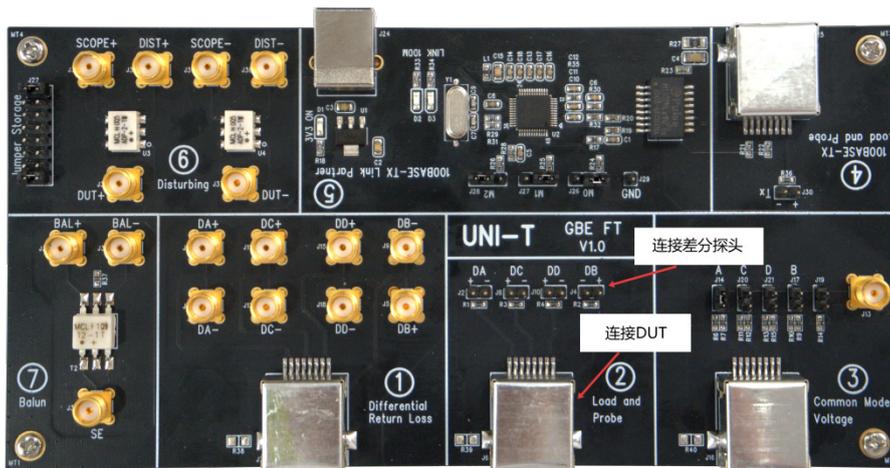


图 3-1 不带干扰信号的Mode1测试框图

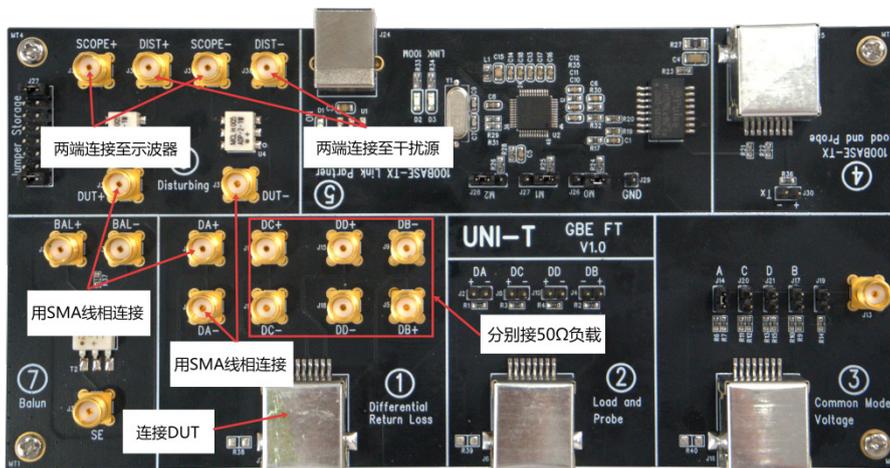


图 3-2 带干扰信号的Mode1测试框图

## 发送器畸变 (distortion) 测试

测试连接如图3-1或3-2搭建，需要注意的是，该测试示波器需使用Tx\_tclk信号触发，且需配置test mode为4。

## MDI共模输出测试

测试连接如图3-3所示，使用跳线帽选择被测通道，同一时间只能选择一组通道。该项测试需配置test mode为4。

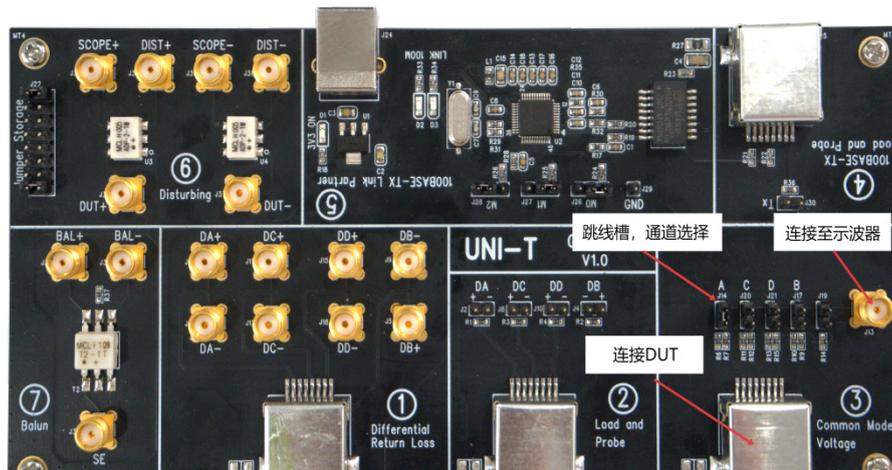


图 3-3 MDI共模输出测试框图

## 抖动测试

首先，使用测试夹具仅能测试Jtxout抖动，连接方式参考图3-1，示波器需使用Tx\_tclk信号触发，test mode为2或3，测试结果仅供参考，规范并未给出该指标范围。

Master和slave模式的Tx\_tclk抖动（无论filtered还是unfiltered）测试点均在Tx\_tclk信号上，并不在夹具上。

Slave模式的Tx\_tclk抖动测试需使用特定jitter test channel（约120米长cat5网线，分段式阻抗100欧姆和120欧姆），本夹具不支持。

## 回波损耗测试

测试方法同100Base-Tx，主要区别如下：

- ✓ 需对ABCD四组信号均做测试；
- ✓ 需使用test mode 4进行测试；
- ✓ 测试模版和100Base-Tx有区别；

## 跳线帽说明

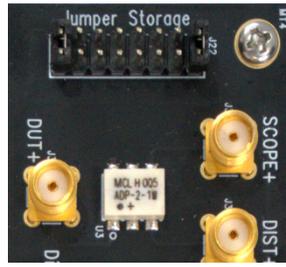


图 4-1 跳线帽仓库

位号	名称	用途
J22	Jumper Storage	用于存放不用的跳线帽，无电气连接

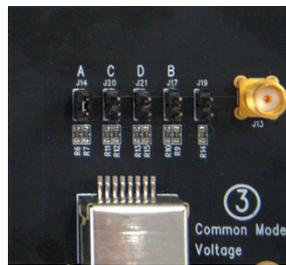


图 4-2 共模通道及负载选择跳线帽

位号	名称	用途
J14	A	1000Base-T通道A选择
J20	C	1000Base-T通道C选择
J21	D	1000Base-T通道D选择
J17	B	1000Base-T通道B选择
J19	/	板载50欧姆负载选通跳线帽，默认不安装

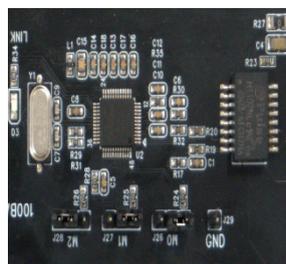


图 4-3 板载link partner配置跳线帽

位号	名称	用途
J26	M0	Reserved, 默认接高电平
J27	M1	Reserved, 默认接高电平
J28	M2	Reserved, 默认接低电平

## 附录

### 1000Base-T test mode说明

对于1000Base-T测试，不同测试项需配置被测件进入不同的测试模式，测试模式的对应关系请参考图5-1，该图摘自802.3规范合集第40.6.1.1.2章节。

Bit 1 (9.15)	Bit 2 (9.14)	Bit 3 (9.13)	Mode
0	0	0	Normal operation
0	0	1	Test mode 1—Transmit waveform test
0	1	0	Test mode 2—Transmit jitter test in MASTER mode
0	1	1	Test mode 3—Transmit jitter test in SLAVE mode
1	0	0	Test mode 4—Transmitter distortion test
1	0	1	Reserved, operations not identified.
1	1	0	Reserved, operations not identified.
1	1	1	Reserved, operations not identified.

图 5-1 1000Base-T测试模式说明

### 1000Base-T 测试干扰信号配置说明

对于带干扰信号测试的情况，干扰的幅值和频率请参考图5-2配置，该图摘自802.3规范合集第40.6.1.1.3章节。峰值电压测试、模版测试和Droop测试使用 2.8V@31.25MHz干扰信号，而发送器畸变测试使用 5.4V@20.833MHz干扰信号。

Characteristic	Transmit test fixture 1	Transmit test fixture 2	Transmit test fixture 3
Waveform	Sine wave		
Amplitude	2.8 volts peak-to-peak	2.8 volts peak-to-peak	5.4 volts peak-to-peak
Frequency	31.25 MHz	31.25 MHz	20.833 MHz (125/6 MHz)
Purity	All harmonics >40 dB below fundamental		

图 5-2 1000Base-T干扰信号配置说明

## 1000Base-T 测试干扰信号校准说明

如需对干扰信号幅度进行校准，可参考图5-3进行连接，需要注意的是干扰源为差分信号，如使用两个单端干扰源，需根据仪器厂商要求对干扰源进行同步设置。

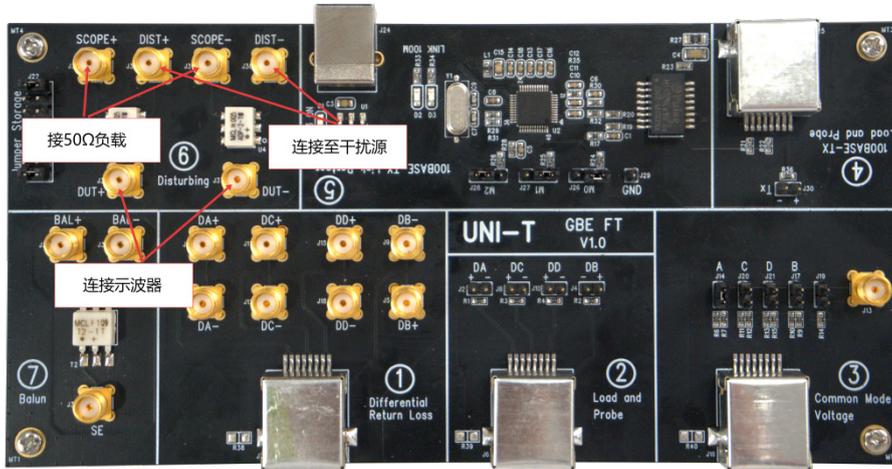


图 5-3 干扰信号校准连接框图

## 板载巴伦特性

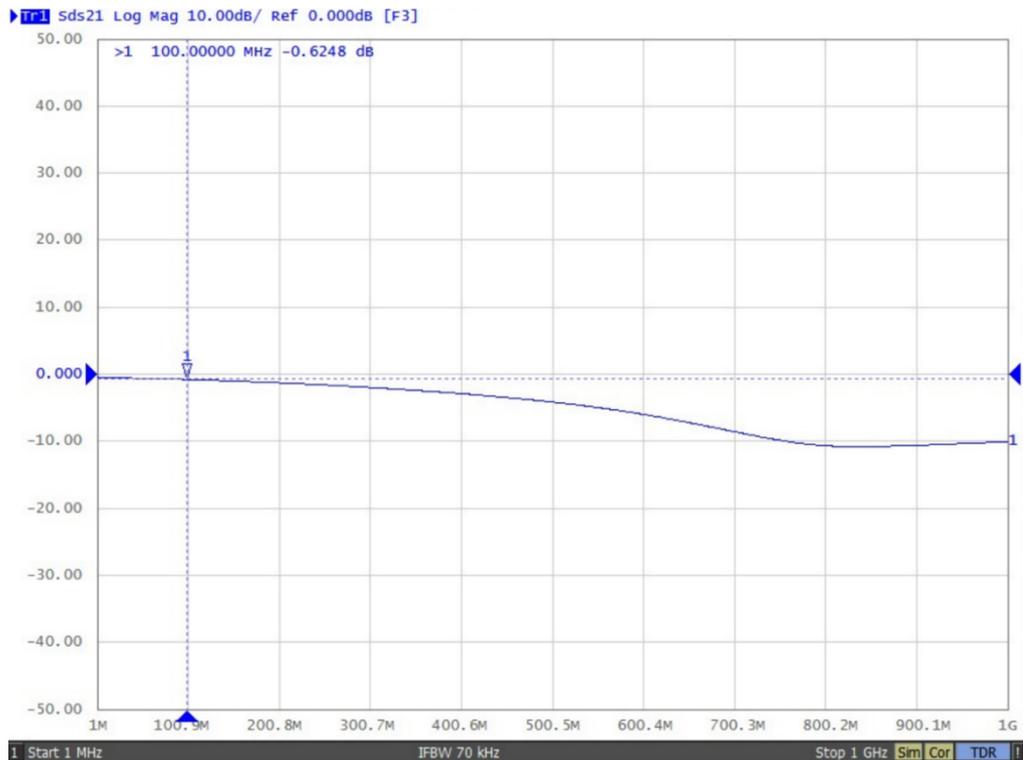


图 5-4 巴伦插入损耗

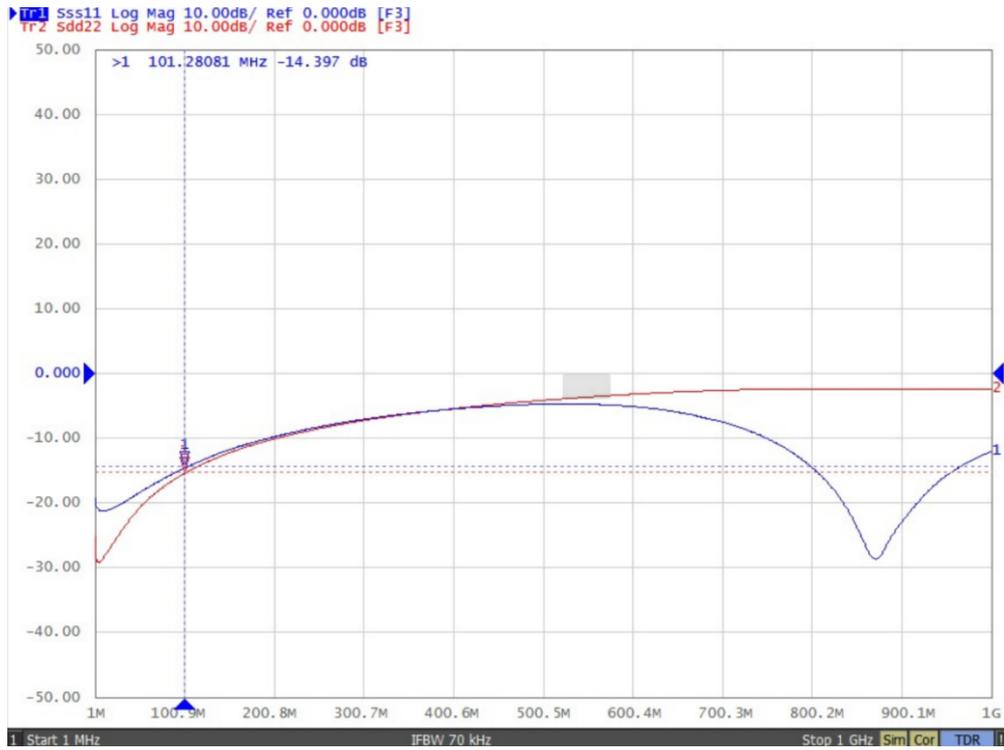


图 5-5 巴伦回波损耗

### 板载功分器特性

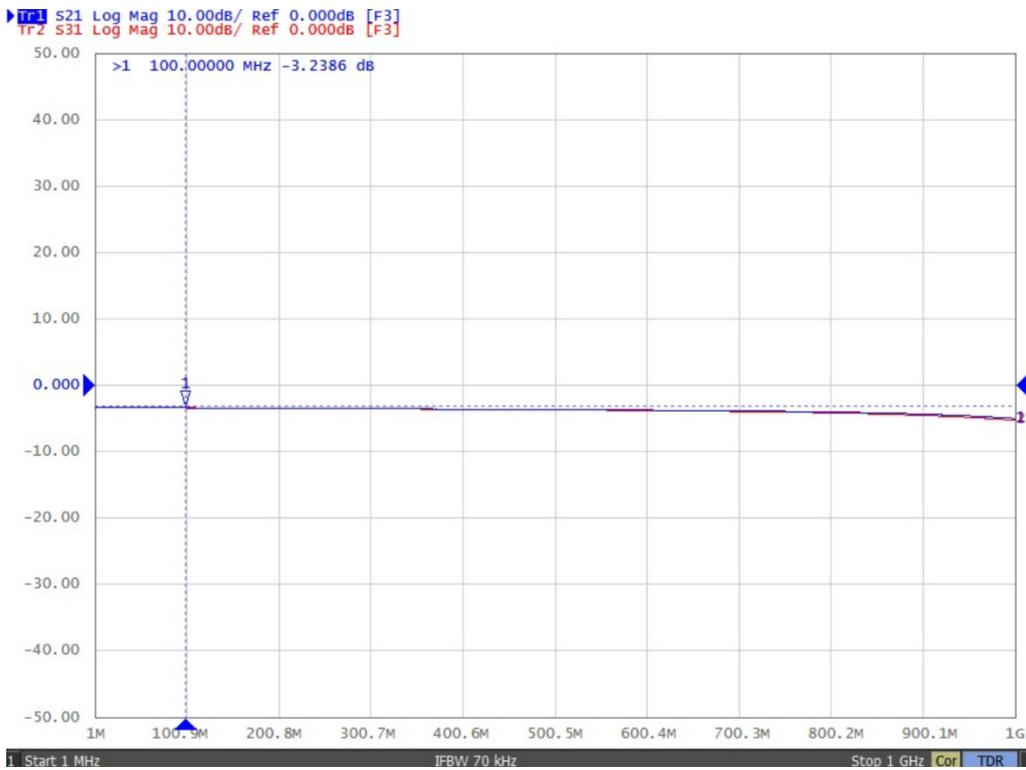


图 5-6 功分器插入损耗

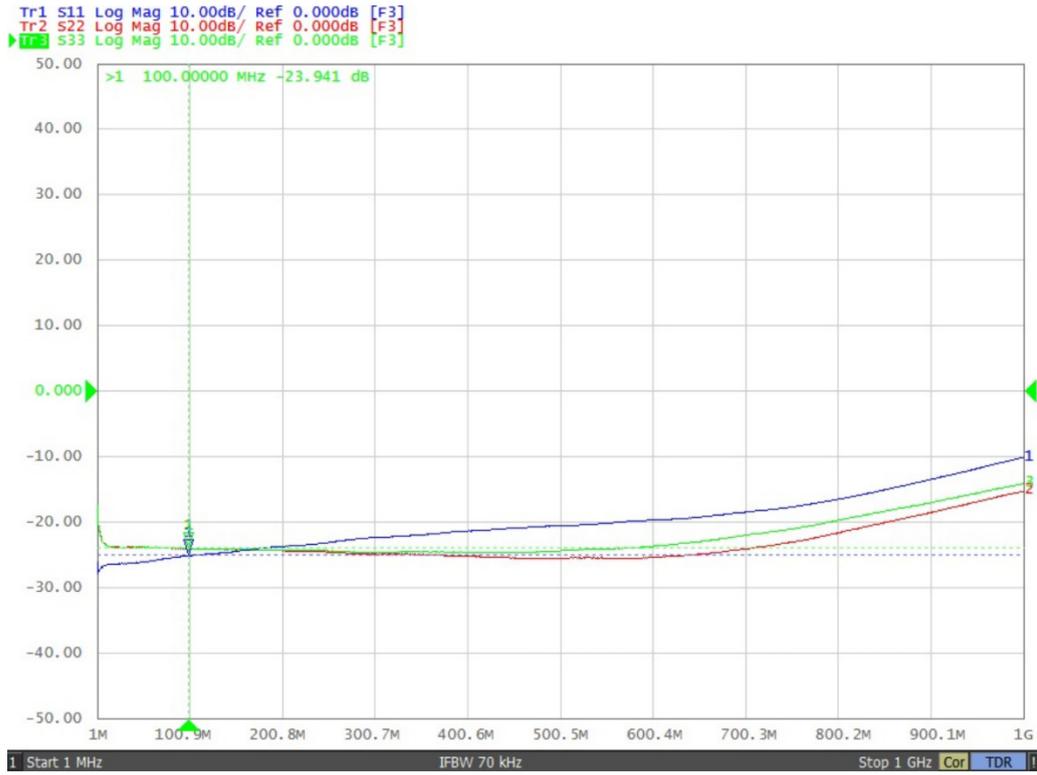


图 5-7 功分器回波损耗

## 测试实例

### 100Base-Tx测试

测试环境按照图2-1搭建，使用配套的15厘米网线连接DUT至夹具④区的J25接口，将示波器差分探头插入④区的J30两pin插针。随后使用配套的USB线缆连接示波器任意USB口至夹具⑤区的USB Type-B口以完成供电。

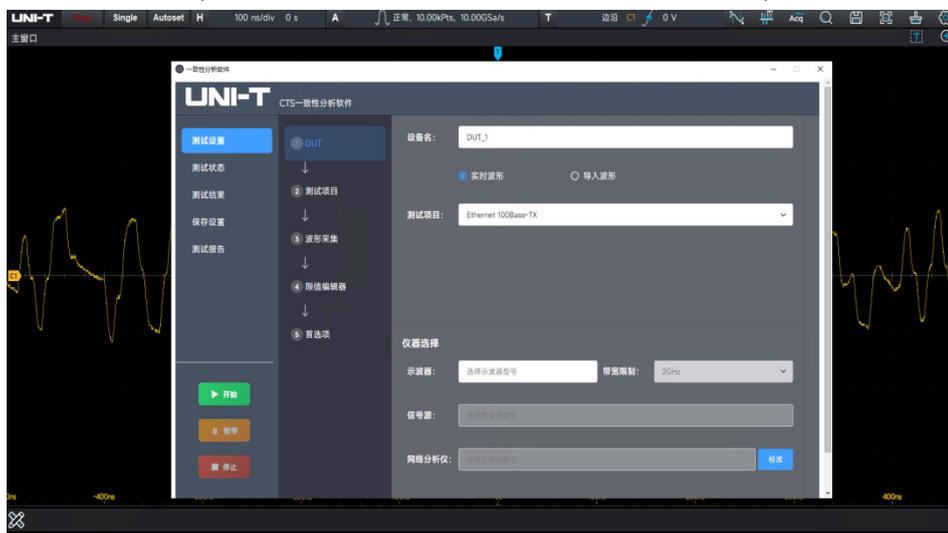
**提示：**连接差分探头时需注意正负极性。

此时可观察到夹具⑤区的D1 3.3V供电和D2 100M模式LED灯亮起，将探头插入示波器将出现如图2-2所示的码型点击开始菜单打开示波器一致性分析软件



打开一致性分析软件

点击测试设置，弹出具体的配置窗口，可根据实际测试需求选择测试项并进行配置，完成所需设置后点击开始。



测试项目及参数设置

测试结束后，系统按照之前设置生成一份完整的测试报告。通过测试报告可以直观反应每一项测试Pass/Fail结果、测试数据表格、以及测试截图。



## 100Base-Tx Ethernet Compliance Test Report

Overall Information	
DUT ID	DUT_1
Overall Test Result	Fail
Start Time	2025-06-12 13:09:49.721
Excute Time	00:03:13.526
Acquisition Mode	Live

Test Result Summary	
UTP AOI Template	Fail
AOI +Vout Fall Time	Pass
AOI -Vout Fall Time	Pass
AOI +Vout Rise Time	Pass
AOI -Vout Rise Time	Pass
AOI +Vout Rise/Fall Symmetry	Pass
AOI -Vout Rise/Fall Symmetry	Pass
UTP +Vout Differential Output Voltage	Pass
UTP -Vout Differential Output Voltage	Pass
Signal Amplitude Symmetry	Pass

UTP AOI Template						Fail
Measure Value	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Margin	Comments	
130687	Hits	N.A.	0.000	High:-130687.000	HitPointNum: SEG1:175 SEG2:38020 SEG3:32823 SEG4:28753 SEG5:30095 SEG6:30 SEG7:568 SEG8:46 SEG9:177 SEG10:0	

AOI +Vout Fall Time						Pass
Measure Value	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Margin	Comments	
3.788	ns	3.000	5.000	Low:0.788 High:1.212	EdgeTime: 3.788ns	

AOI -Vout Fall Time						Pass
Measure Value	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Margin	Comments	
3.840	ns	3.000	5.000	Low:0.840 High:1.160	EdgeTime: 3.840ns	

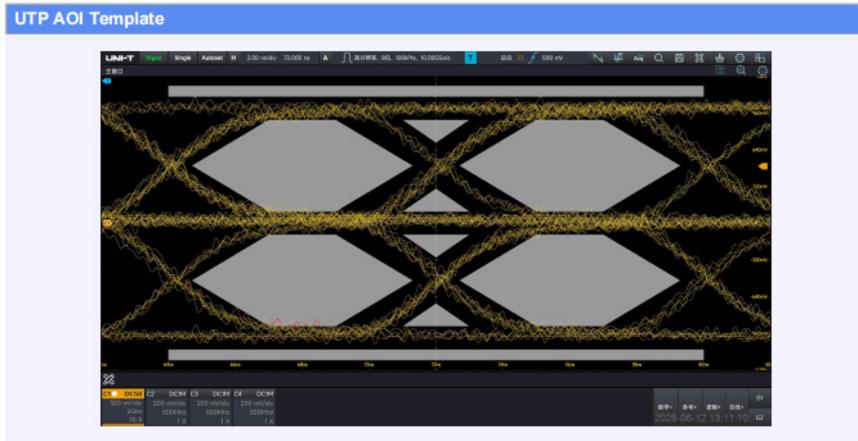
Pass/Fail结果、测试数据表

AOI -Vout Rise/Fall Symmetry						Pass
Measure Value	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Margin	Comments	
138.000	ps	N.A.	500.000	High:362.000	EdgeTime1: 3.717ns EdgeTime2: 3.856ns	

UTP +Vout Differential Output Voltage						Pass
Measure Value	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Margin	Comments	
0.980	V	0.950	1.050	Low:0.030 High:0.070	MeanVoltage: 1.008V BaseLineVoltage: 0.028V	

UTP -Vout Differential Output Voltage						Pass
Measure Value	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Margin	Comments	
-0.981	V	-1.050	-0.950	Low:0.069 High:0.031	MeanVoltage: -0.979V BaseLineVoltage: 0.002V	

Signal Amplitude Symmetry						Pass
Measure Value	Unit	Lower Limit	Upper Limit	Margin	Comments	
1.001	%	0.980	1.020	Low:0.021 High:0.019	MeanVoltagePos: 1.009V BaseLineVoltagePos: 0.027V MeanVoltageNeg: -0.977V BaseLineVoltageNeg: 0.004V	



测试数据表格、以及测试截图

# UNI-T

## 公司简介

优利德科技（中国）股份有限公司（以下简称为“优利德”）成立于2003年，总部位于东莞松山湖，是一家集仪器仪表自主研发、生产、销售为一体的国家高新技术企业，主要包括通用仪表、专业仪表、温度及环境测试仪表、测试仪器四大产品线，广泛应用于电子、家用电器、机电设备、节能环保、轨道交通、汽车制造、冷暖通、建筑工程、5G新基建、新能源、物联网、大数据中心、人工智能、电力建设及维护、高等教育和科学研究等领域。

优利德拥有东莞、成都及常州三处研发中心。凭借较强的研发实力，参与四项国家标准的起草，获得三次中国专利优秀奖，连续两次被评为国家知识产权优势企业。截至 2023年6月30日，累计获得专利481项，其中发明专利64项、实用新型专利 176项、外观设计专利 216项、软件著作权24项，拥有 22项核心技术，具备一定的技术领先优势。

优利德自2007年至今一直被评定为“国家高新技术企业”，并在中国仪器仪表行业协会第五届至第八届理事会(2007年-2023年)任理事单位。2020年，获得二十届中国专利优秀奖；2021年，在上海证券交易所科创板上市(股票代码：688628)；2022年，获批设立广东省博士工作站、博士后创新实践基地，入选广东省“2022年创新型中小企业”名单，获评广东省“2022年专精特新中小企业”，并被认定为“2022年国家知识产权优势企业”，标志着优利德的持续创新能力、专业技术水平、研发能力及综合实力得到国家相关部门的认可，随着物联网大数据、云计算及人工智能和制造业的深度融合发展趋势，优利德基于企业多年积累的多元化智能测量传感器应用技术，为全球合作伙伴提供高精度工业测量智能传感设备及行业物联网解决方案，赋能物联网产业发展，为 IoT 生态合作伙伴创造更多价值。

## 企业规模

公司在东莞及河源合计拥有约10万平方米的生产基地，建立了先进、完备的产品生产和质量控制体系，合计设计年产能达到1000万台以上，确保为全球用户提供了持续稳定的产品供应保障。

## 公司理念

公司一直秉承为全球用户提供高质量、高安全性、高可靠性、高性价比的测试测量产品及综合解决方案，坚持以科技及人文为本，致力于成为世界一流的仪器仪表民族品牌。

## 销售网络

[优利德测试仪器销售网络](#)

## 联系我们

UNI-T 技术支持热线：400-876-7822

## 声明：

**UNI-T** 是优利德科技（中国）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 UNI-T 最新的产品、

应用、服务等方面的信息请访问 UNI-T 官方网站：[www.uni-trend.com.cn](http://www.uni-trend.com.cn)

