



800G光模块自动测试系统

目 录 CONTENTS

1. 800G光模块总体测试需求	03
2. 光模块测试方案	04
2.1 测试连接（以800G-DR4为例）	04
2.2 测试功能说明	05
2.2.1 发射测试参数	05
2.2.2 接收测试Receiver Test	06
2.2.3 数字诊断监控 Digital Diagnostic Monitoring(DDM)	07
3. 自动测试系统界面示例	08
4. 自动化演示系统的配置清单	10

1. 800G光模块总体测试需求

800G的光模块的测试项目总体上包括：

- 1) 光口参数指标

包括光功率、眼图、波长、灵敏度等
- 2) 电口参数指标

包括电眼图，协议规范的一致性测试（如IEEE、CEI规范等）
- 3) 系统测试指标

包括FEC功能，丢包率，吞吐量，频偏容限，互联互通
- 4) 光模块内部寄存器规格参数等

包括对应的多源协议标准（MSA），功耗，告警信息等

800 光模块测试项目列表					
光发射机	光功率 (dbm)	OMAouter (dbm)	TDECQ (db) max	ER (db) min	RIN (db/Hz) max
光接收机	接收灵敏度 (dbm)	光压力眼			
电发射机	上升时间 (ps) min	近端ESMW (UI) min	近端眼高 (mV) min	远端ESMW (UI) min	远端眼高 (mV) min
电接收机	正弦抖动容限	电压力眼			
系统测试	PreFEC 误码率	丢包率	PostFEC 错误注入	线速率 PPM容限	管理信息

整个光模块测试方案中以光接口参数和光模块的内部寄存器规格参数测试为主，电口测试是针对光模块内部的故障定位，但这些故障定位是模块供应商的工作，暂考虑将电参数的测试和系统测试作为备选项。如上图所示，从网络和交换机应用的角度，电参数的测试主要是针对交换机/线路卡内部电驱动和背板互联互通的兼容性测试需求为主。对光模块本身而言，本次方案的自动化测试主要进行光口测试和软件寄存器参数测试。

本测试系统主要支持的光模块类型包括：QSFP、QSFP DD、OSFP，包括单模和多模，支持100G、200G、400G及800G速率，光纤接口类型以LC、MPO为主。

2. 光模块测试方案

2.1 测试连接（以800G-DR4为例）

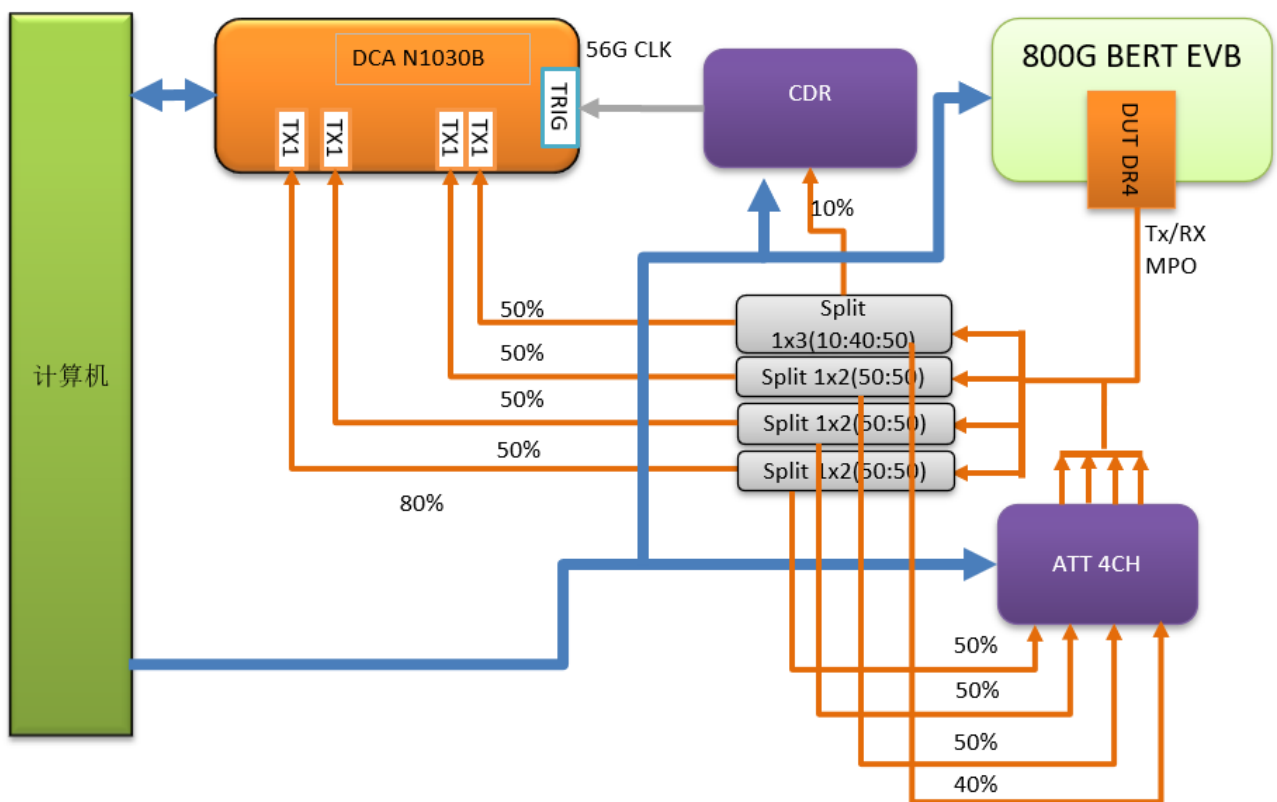
自动测试系统适用于800G/1.6T多种类型的光模块测试，支持PAM4和NRZ调制方式，光纤接口类型以LC、MPO为主。

根据不同速率的光模块对EVB评估测试夹具的兼容性，可定制适配QSFP DD或OSFP等不同类型。同时兼顾测试效率、成本和电驱动信号的质量，将PPG和ED集成在EVB评估测试板上，可以极大减小在常规误码仪连接时，需要连接多条高速电连接线带来的额外插损和不确定性，从而增强测试精度并大量减少电缆连接带来的工作量。

针对800G-DR4光模块，可采用图1方案。其中EVB评估板内置了BERT，用于被测光模块眼图的驱动和误码测试，配合四通道可调光衰减器，可以测试光模块四路的接收机灵敏度。两个N1030B测试模块具备四个光测试通道，可以同时测试四路单波200G眼图信号。

在系统测试方案中，采用不同的光分路器，实现一次连接，高效实现TX和RX的多个测试项目的测试。

采样示波器，评估板，光衰减器都可由PC上安装的自动化软件控制，降低测试难度，提升测试效率，测试结果自动形成可用户定制的报表保存在数据库。



2. 光模块测试方案

2.2 测试功能说明

测试系统可测试模块的常规指标，包括发射指标和接收指标，如光功率、消光比、峰值抖动、均方根抖动、上升下降时间、眼图余量、眼图交叉点、灵敏度、饱和、告警与去告警、DDM等等

2.2.1 发射测试参数

序号	项目	内容															
1	消光比Extinction Ratio	通过眼图仪实际测量出“1”电平和“0”功率幅度的比值即为消光比，使用示波器测量。															
2	光调制幅度 OMA	通过眼图仪实际测量出“1”电平和“0”功率幅的差值即为OMA，使用示波器测量。															
3	眼图模板和余量 Mask Margin	选择需要加载的滤波器正确的模板，加载模板，设定误码率（一般为10 ⁻¹² ），并等待一定点数(如500)的波形后测试眼图余量，使用示波器测量。															
4	上升沿时间和下降沿时间 Rise Time & Fall Time	上升沿时间： 从上升沿到达最终幅度的20%开始到最终幅度的80%截止的时间长度； 下降沿时间： 从下降沿到达最终幅度的80%开始到最终幅值的20%截止的时间长度，使用示波器测量。															
5	眼图交叉点 Cross Point	眼图中上升沿与下降沿交叉位置的幅值与逻辑1电平幅值和逻辑0电平幅值之间的百分比关系，使用示波器测量。															
6	峰值抖动和均方根抖动 Jitter P-P & Jitter RMSw	峰值抖动： 示波器中抖动峰峰值的定义为眼图上升沿和下降沿的时间变化量的峰峰值。 均方根抖动： 示波器中抖动均方根值的定义为眼图上升沿和下降沿的时间变化量的均方根值，都使用示波器测量。															
7	平均光功率 Average Power	平均发射光功率就是模块在单位时间内发射的光能量，使用光功率计或者示波器测量。															
8	PAM4眼图的线性度Linearity	针对PAM4光眼图，测试三个眼的大小均匀性，主要评估PAM4驱动放大器的增益线性性。															
9	TDECQ	针对PAM4信号的传输色散眼图闭合代价。															
10	关断光功率 Power Off	模块在关断状态下发射的光功率大小，使用光功率计或者示波器测量。															
11	RIN OMA (选测)	模块在调制情况下，激光器自身的相对强度噪声的测试，使用采样示波器测量。															
12	光模块波长的检测 (选测)	测试光模块的每个通道的中心波长是否在规范要求的范围内，比如下表400G-FR4的波长规范要求，用多波长计测量。 <table><tr><th>通道</th><th>中心波长 (nm)</th><th>波长范围 (nm)</th></tr><tr><td>0</td><td>1271</td><td>1264.5~1277.5</td></tr><tr><td>1</td><td>1291</td><td>1284.5~1297.5</td></tr><tr><td>2</td><td>1311</td><td>1304.5~1317.5</td></tr><tr><td>3</td><td>1331</td><td>1324.5~1337.5</td></tr></table>	通道	中心波长 (nm)	波长范围 (nm)	0	1271	1264.5~1277.5	1	1291	1284.5~1297.5	2	1311	1304.5~1317.5	3	1331	1324.5~1337.5
通道	中心波长 (nm)	波长范围 (nm)															
0	1271	1264.5~1277.5															
1	1291	1284.5~1297.5															
2	1311	1304.5~1317.5															
3	1331	1324.5~1337.5															

2.2.2 接收测试Receiver Test

序号	项目	内容
1	灵敏度 Sensitivity	灵敏度是Rx的基本测试项目，是指接收端达到规定的比特误码率(BER)所能接收到的最低平均光功率，通过误码仪测量。测量的方法有门限法、实际值和描点法进行灵敏度的测试，根据需要进行选择。门限法：指定固定的输入光功率，在一定时间内无误码或小于指定误码率即为当前灵敏度，所有模块值都相同；实际值法：不断地减少输入光功率，直到一定时间内无误码或小于指定误码率时的光功率即为当前灵敏度，因此不同的模块值是不同的。描点法：从1E-4~1E-7误码率范围选定4~5个误码点，通过不断调整输入光功率达到指定误码点，然后通过线性拟合的方式外推1E-12对应光功率值即为当前灵敏度。
2	饱和 Saturation	饱和光功率是指模块在接收达到规定的比特误码率(BER)所能接收到的最大光功率，测量原理与方法同灵敏度测试。
3	发射色散传输代价 TDP （选测）	测试光模块在标准尾纤连接下的接收机灵敏度，再测试通过标准长光缆（其色散系数和光缆长度按规范要求）下同样接收机的灵敏度，二者之差即为传输色散代价。
4	LOS告警 LOS Assert Threshold	信号丢失指示门限是使接收器接收光低于某个门限时，LOS脚输出为高电平时所对应的光功率，通过模块内部MCU软件LOS或者硬件LOS进行测量。
5	LOS去告警 LOS De-Assert Threshold	信号丢失指示门限是使接收器接收光高于某个门限时，LOS脚输出为低时所对应的光功率，通过模块内部MCU软件LOS或者硬件LOS进行测量。
6	LOS迟滞 LOS Hysteresis	信号丢失指示迟滞（LOS hysteresis）是信号丢失告警后到恢复正常状态时，回调的光量的大小，告警与去告警值之差。
7	光回波容限 Optical Return Loss Tolerance （选测）	用光反射器控制信号的回波功率达到规范要求的最大值，测试光模块的环回误码的容限是否达到要求。

2.2.3 数字诊断监控 Digital Diagnostic Monitoring(DDM)

上位机软件通过I2C协议，读取SFF8472协议或INF8077协议指定的五项监控量的寄存器上报值，通过协议规定的公式计算出五项监控值，与设备实际值进行比较，得出测量精度是否符合要求。

序号	项目	内容
1	DDM Temperature	模块在正常工作时监控的温度
2	DDM Supply Voltage	模块在正常工作时监控电压
3	DDM TX Bias Current	模块在正常工作时读取供给发射端激光器的偏置电流。
4	DDM TX Output Powe	模块在正常工作时监控发射光功率
5	DDM Received Optical Power(RSSI)	模块在正常工作时读取芯片上报的接收光功率

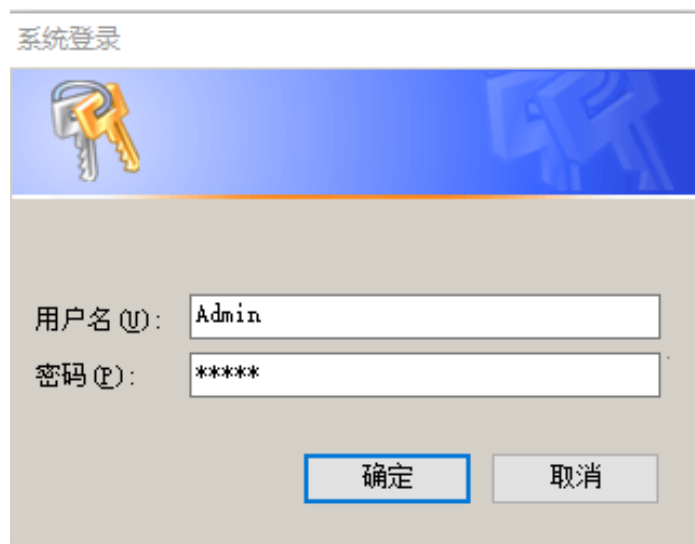
注：选测项目多为研发测试项目，本次演示系统暂不提供，但保留未来升级的能力。

3. 自动测试系统界面示例

自动化测试系统能够满足专业，高效，准确的测试要求。属于一键式操作，操作员无需了解众多的光模块测试规范和仪表的使用细节，即可操作本软件进行多种光模块自动化测试。系统可根据相关光模块测试的规范要求，预设测试模板，测试流程自动化，测试结果自动分析，并给出pass/fail的自动化报表。无需专业的测试技术员，可有效提高测试效率，以及减少测试中大量数据记录可能出现的错误。

测试系统支持本地ACCESS数据库和远程SQL数据库，所有型号的测试参数模板保存在数据库中，同时每次的测试数据也保存在数据库中，并提供数据查询功能。测试结果能够自动生成专业报表，方便测试结果的呈现，也方便随时查询。

软件主要功能界面如下，仅供参考，可根据具体的定制要求进一步修改。

The image shows a 'System Login' dialog box. It has a title bar '系统登录' and a blue header area with a key icon. Below the header, there are two input fields: '用户名 (U):' with the value 'Admin' and '密码 (P):' with the value '*****'. At the bottom, there are two buttons: '确定' (OK) and '取消' (Cancel).

Field	Value
用户名 (U)	Admin
密码 (P)	*****

图2. 系统登录界面

The image shows a 'Device Configuration' dialog box. It has a title bar '设备配置'. Below the title bar, there are five sections, each with a dropdown menu for '型号' (Model), a dropdown menu for '地址' (Address), a dropdown menu for '通道' (Channel), and a checkbox for '是否启用' (Whether to enable). The sections are: 示波器 (Oscilloscope), 光功率计 (Optical Power Meter), 衰减器 (Attenuator), 误码仪 (Error Rate Tester), and 测试板 (Test Board). At the bottom, there are two buttons: '保存' (Save) and '关闭' (Close).

Device Type	Model	Address	Channel	Whether to enable
示波器	DCA_86100	GPIB0::7::INSTR	CH1	☒
光功率计	OPM_81634B	GPIB0::19::INSTR	CH2	☒
衰减器	ATT_8157x	GPIB0::19::INSTR	CH1	☒
误码仪	BERT_M4960A	GPIB0::30::INSTR	CH1	☒
测试板	EVB_USBHID	EVB202005-001	CH1	☒

图3. 测试仪表的配置界面



图4. 测试参数配置界面

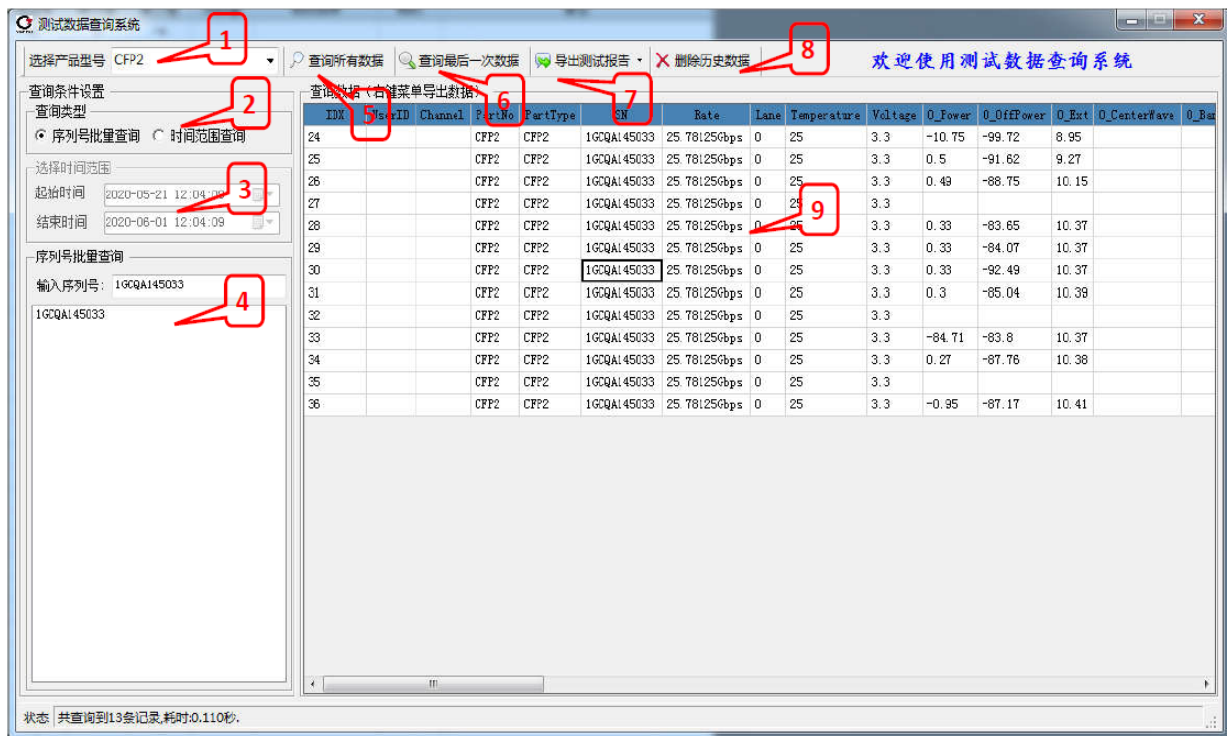


图5. 测试数据查询界面

4. 自动化演示系统的配置清单

No.	设备名称	型号	备注
1	光采样示波器DCA	N1000A+N1030B*2	配置：N1000A-LOJ, PLK, N1030B-560, 65U IRC, N1010100A,最高支持到单波200G测试。其中N1030B需要配置二个，满足同时4路单波200G光信号的测试
2	CDR	N1078A	N1078A-264, SXT
3	4通道可调光衰减器	N7764C	单模，每通道独立带光功率监控，衰减范围45dB
4	MCB测试板（内置BERT）	系统定制	内置BERT, 支持4*200G或8*100G 误码测试
5	光功率计		做通道功率校准
6	光分路器		3个3dB光分，1个1X3光分
7	系统所需的其他光测试附件		连接光纤，MPO fan out，SMA trigger Cable，光反射器，法兰盘等等
8	800G光模块自动化测试和分析软件		Turn Key 项目，实现目前常用 NRZ/PAM4光模块的自动测试和分析，速率从100G到800G。测试功能包括：仪表配置，测试模板定义和配置，自动测试和分析，报表生成，数据库查询等。



关于我们

About Us

持续为客户创造价值，推动科技发展与进步

涛鑫电子，您身边的测试专家！

涛鑫电子，自2015年成立以来，致力于成为您的创新合作伙伴，为您提供专业、领先的测试测量解决方案，帮助您在整个产品生命周期中加速开发和部署新产品，同时降低风险。

公司当前有三大业务



◆ 仪器销售

- 代理销售国内外十几个厂家卓越的测试测量解决方案



◆ 专业服务

- 提供维修服务、租赁服务以及代测服务



◆ 自研测试仪表及系统

- 自研材料介电常数及损耗角正切测试系统、毫米波测试系统以及800G光模块自动测试系统