

Rapid Eye Analysis

快速入门指南

用随附演示文件, 手把手走遍全部常用功能

软件版本 v2.0.30

2026-10-10

目录

写在前面：这份指南怎么用	3
第 1 步 第一张眼图（5 分钟）	4
第 2 步 看懂眼图与结果指标	6
第 3 步 均衡器：把闭合的眼救回来	7
第 4 步 串扰、抖动与噪声：给信号加上真实世界的干扰	9
第 5 步 一键导入 COM 配置	10
第 6 步 保存与加载配置	12
第 7 步 S 参数工具箱：六个窗口逐个上手	13
7.0 先确认文件频带、端口和参考阻抗	13
7.1 TDR/TDT：从阻抗看到阶跃和脉冲	14
7.2 史密斯圆图：反射轨迹	15
7.3 级联：把几段链路串起来	16
7.4 去嵌：把夹具的影响扣掉	17
7.5 分割：把长通道拆成两半	18
7.6 格式转换：S4P 差分提取	19
7.7 把结果接回去，检查同一份输入	20
第 8 步 专家模式与光链路（进阶预告）	20
第 9 步 自动化（SCPI 远程控制）	25
第 10 步 FEC 前后误码率（可选）	25
附：试用的 500 次怎么算	26
下一步去哪里	27

写在前面：这份指南怎么用

欢迎使用 Rapid Eye Analysis（下文简称 REA）。REA 用一个通道的 S 参数文件（矢量网络分析仪或仿真软件导出的 .s4p / .s2p 文件）就能算出这条通道上高速信号的“眼图”，并帮您把信号调到最好。本指南假设您从未用过本软件：跟着下面 10 步操作，您将生成第一张眼图、看懂指标、用均衡器救回一只闭合的眼、体验串扰与抖动的影响、一键导入 IEEE 802.3 COM 配置、保存/加载配置、用全部六个 S 参数工具窗体检通道，最后逛一遍专家模式和光链路。

全程使用软件**随附的演示文件**——它们在安装目录下的 **demo** 文件夹里（源码方式运行时在项目根目录 demo\）。指南中的每张截图都来自这些文件，您照做时看到的画面应当一致。

提示：建议路线：先完成第 1~3 步，学会出眼、读数与联合均衡；再选第 10 步体验 FEC，或第 5~6 步复用 COM / JSON 配置。第 7 步工具箱、第 8 步专家 / 光眼 / IBIS、第 9 步程控可按需选读。每个眼图案例都先载入指定基线，避免上个案例的参数混入。截图用于核对眼睛数量和变化趋势；运行时间及末位读数随硬件略有变化。

demo\sparams\ 里的文件	用途
demo_channel_clean.s4p	干净短通道——第一张眼图（第 1 步）
lossy_channel_10dB.s4p	高损通道——均衡器教学（第 3 步）
xtalk_aggressor.s4p	串扰侵扰通道（第 4 步）
demo_trace.s2p	2 端口走线——TDR / 史密斯圆图（第 7 步）
fixture_2inch.s2p	测试夹具——级联 / 去嵌教学（第 7 步）
trace_with_fixture.s2p	“带着夹具测出来”的走线——去嵌 DUT（第 7 步）
long_channel.s4p	长通道——分割教学（第 7 步）
demo\ 其余内容	用途
com_import\（三套场景）	COM 一键导入（第 5 步）
configs\（Normal / Expert.json）	复现基线与可选案例（第 6 / 8 步）
ibis\（参考 IBIS-AMI 模型）	IBIS-AMI 器件模型（第 8 步）
scpi_example.txt	SCPI 自动化示例（第 9 步）

提示：看不懂某个词？按 F1 打开完整《操作手册》，附录 B 是通俗术语表。本指南每一步结尾都标注了手册对应章节，想深入时随时跳转。

第 1 步 第一张眼图 (5 分钟)

第 1 步 双击 RapidEyeAnalysis.exe 启动软件，选择 **模式** → **标准 (Normal)**。主界面左侧是参数面板，右侧是图表区（图 1-1）。若已有工作配置，请先保存；在输入文件列表点清空，避免旧文件与演示通道自动级联。

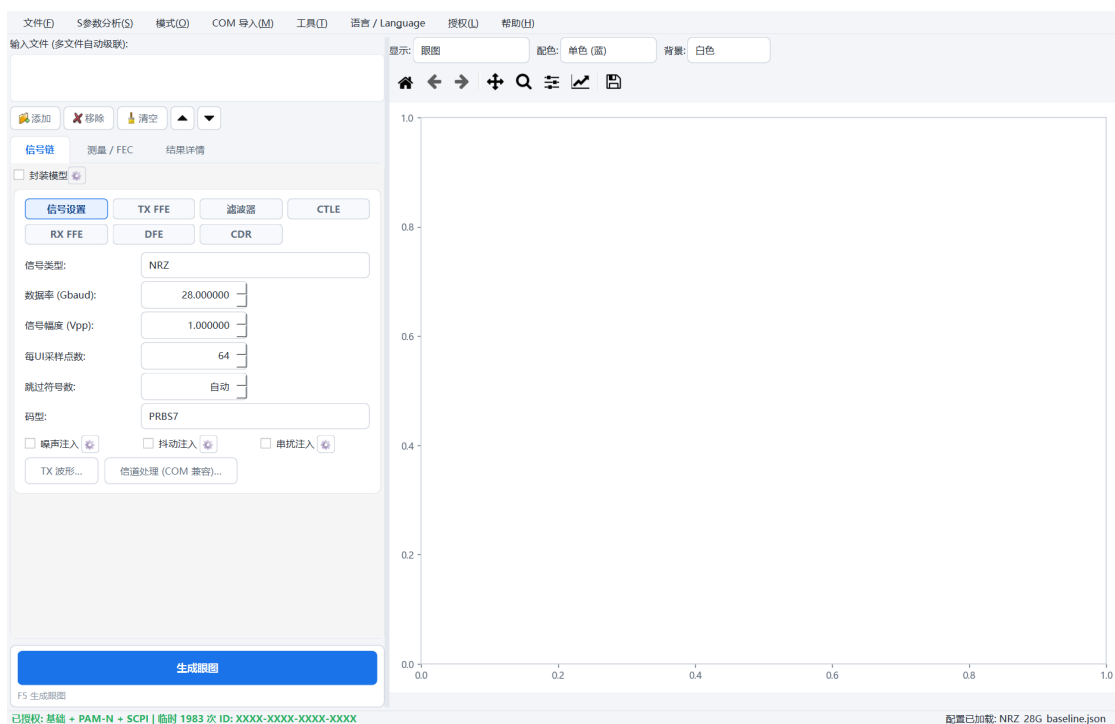


图 1-1 刚启动的主界面：左参数、右图表

第 2 步 在左上角“输入文件 (多文件自动级联):”列表下方点击添加按钮，选择 demo\sparams\demo_channel_clean.s4p。

→ 界面反馈：文件出现在列表中，悬浮可见端口数（4）与频率范围。

第 3 步 选择 **文件** → **加载配置...**，载入 demo\configs\NRZ_28G_baseline.json。在左侧“信号链 → Signal”核对：**NRZ、28 GBd、PRBS7、64 点/UI、幅度 1 V**；差分端口配对为“交叉”，均衡、串扰、抖动和 FEC 均关闭。文件列表应只含干净通道（图 1-2）。软件会记忆参数，重新启动并不等于恢复默认。

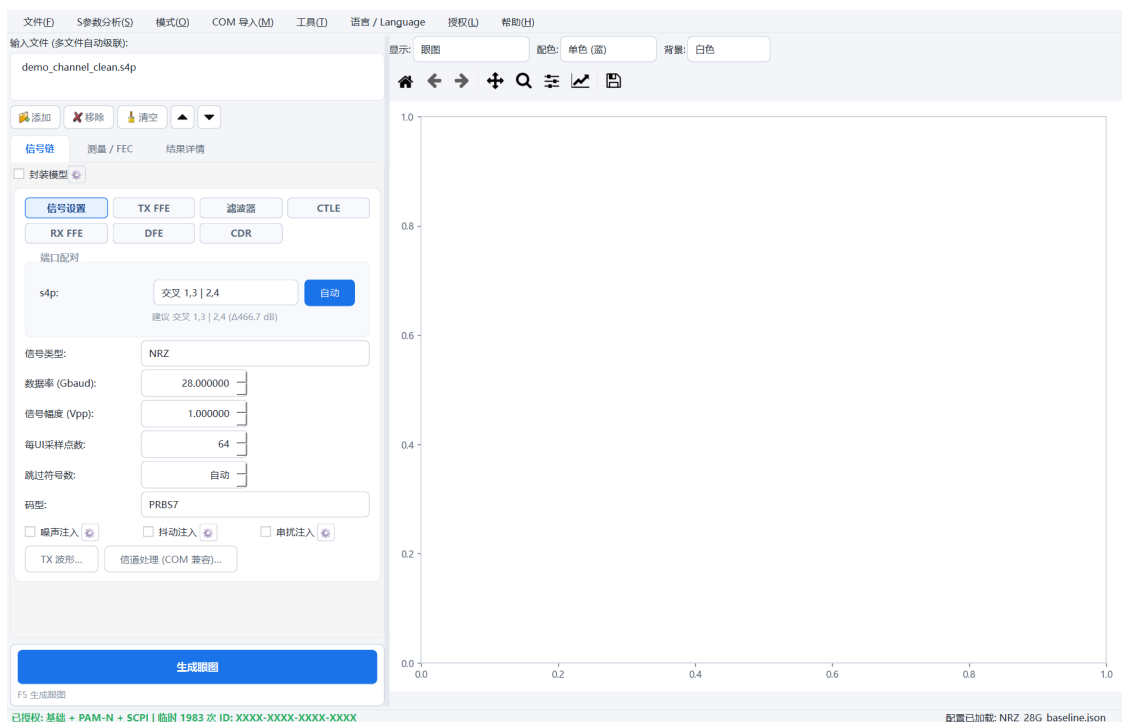


图 1-2 文件已选好、参数全默认——生成前的样子

第 4 步 点击底部固定的"生成眼图"按钮（或按 F5）。计算完成后，右侧出现您的第一张眼图（图 1-3）。

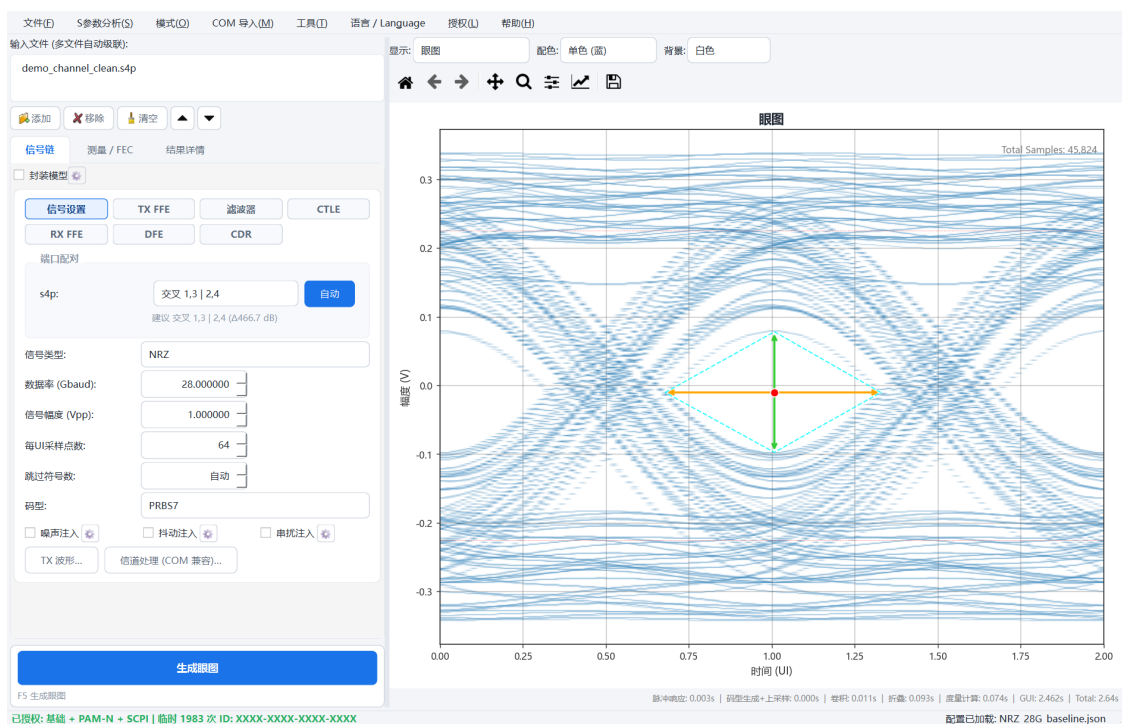


图 1-3 干净通道 + 默认设置：一只睁得很开的眼

提示：什么是眼图？把链路上传输的成千上万个比特波形按周期叠画在一起，中间露出的"眼睛"越大，说明信号越干净、越容易被接收端正确判决。眼睛闭上 = 信号糟糕。

提示：输入文件列表支持**多个文件自动级联**：把线缆、连接器、夹具的 S 参数按顺序都加进来，软件自动把它们串成一条完整链路再分析。

更多加载细节：手册第 3 章。

第 2 步 看懂眼图与结果指标

生成眼图后，打开左侧**结果详情**页查看眼高、眼宽和 COM；右侧保留眼图，方便同时对照读数与图形。先记住三个最常用的：

指标	通俗含义	怎么读
眼高 (V)	眼睛睁开的高度 = 电压方向的裕量，抗噪声本钱	越大越好
眼宽 (UI)	眼睛睁开的宽度 = 时间方向的裕量，抗抖动本钱	越大越好
COM (dB)	IEEE 802.3 标准的"信道裕量分"，把损耗/反射/串扰/噪声折算成一个分数	按所选规范比较限值
VEO / SNDR	垂直眼开度与信噪失真比——COM 的两个配套读数	越大越好
信道 @Nyq 行	通道自身的成绩：Nyquist 插损、拟合偏差 ILD、回损 RL、串扰比 ICR、脉冲游标 $h_0/h_{\pm 1}$ （手册 10.17.5）	损耗越小越好；RL/ICR 越大越好
浴盆曲线 / 模板容限	眼图上方"显示"下拉切换：各眼上下分行，左列相位 UI、右列电压 V 的浴盆曲线（点线为外推）；Expert 通过探针下拉或结果表切换，一次显示同一探针的全部子眼；拖动 BER 点划线联动各眼，查看对应眼高/眼宽；或眼图叠加模板（"模板..."设形状尺寸）看 PASS/FAIL 与四向裕量（手册 10.12.1）	目标 BER 处开口越大越好；hits=0 才 PASS

提示：浴盆图缺少任一子眼数据时会显示有效眼数及“数据不足”，总体开口不可用；模板 PASS 也要求全部子眼数据足够。第 1 步的教学基线约为眼高 0.176 V、眼宽 0.645 UI、COM 1.39 dB；它用于确认流程与张开的眼，不是合规认证案例。具体验收项目和限值以所选规范为准。想调整判决时刻/阈值，打开左侧**测量 / FEC**页的**判决参数**；同页**COM 噪声预算**查看裕量的各项来源。指标详解：手册第 4 章。

第 3 步 均衡器：把闭合的眼救回来

真实的高速通道往往损耗很大，信号跑到接收端已经“糊”了。这一步我们故意制造一次事故，再用均衡器把它救回来——这正是本软件最核心的用法。

第 1 步 切回 Normal，清空输入文件列表，添加 demo\spams\lossy_channel_10dB.s4p（约 10 dB 损耗的高损通道），再加载 demo\configs\NRZ_28G_baseline.json。这样即使跳过前两步，也从未均衡状态开始。

第 2 步 在“Signal”页把信号类型改为 PAM4，数据率 (Gbaud) 改为 53.125——这是 100G 以太网单通道的真实速率。

第 3 步 点击“生成眼图”。这次三只眼几乎全闭（图 3-1）——高损耗 + 高速率造成严重的码间干扰。

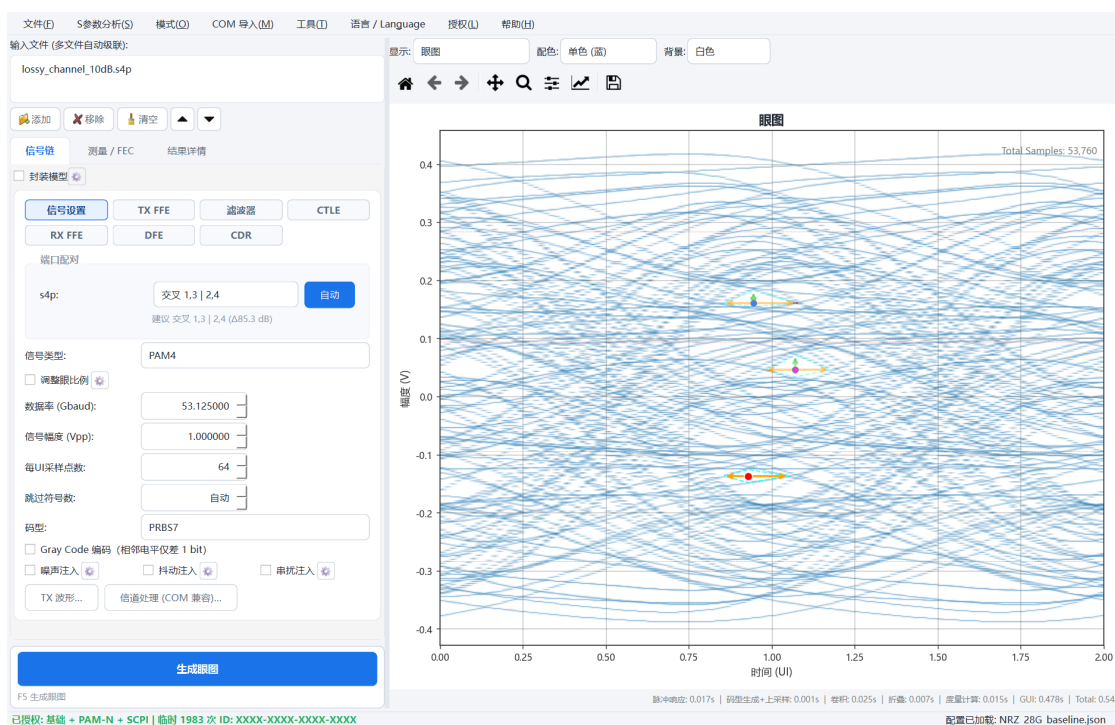


图 3-1 高损通道未均衡：眼几乎闭合

第 4 步 切到 TX FFE 页（图 3-2），勾选启用，点击“优化 TX FFE”。软件自动搜索发送端预加重的最优抽头。

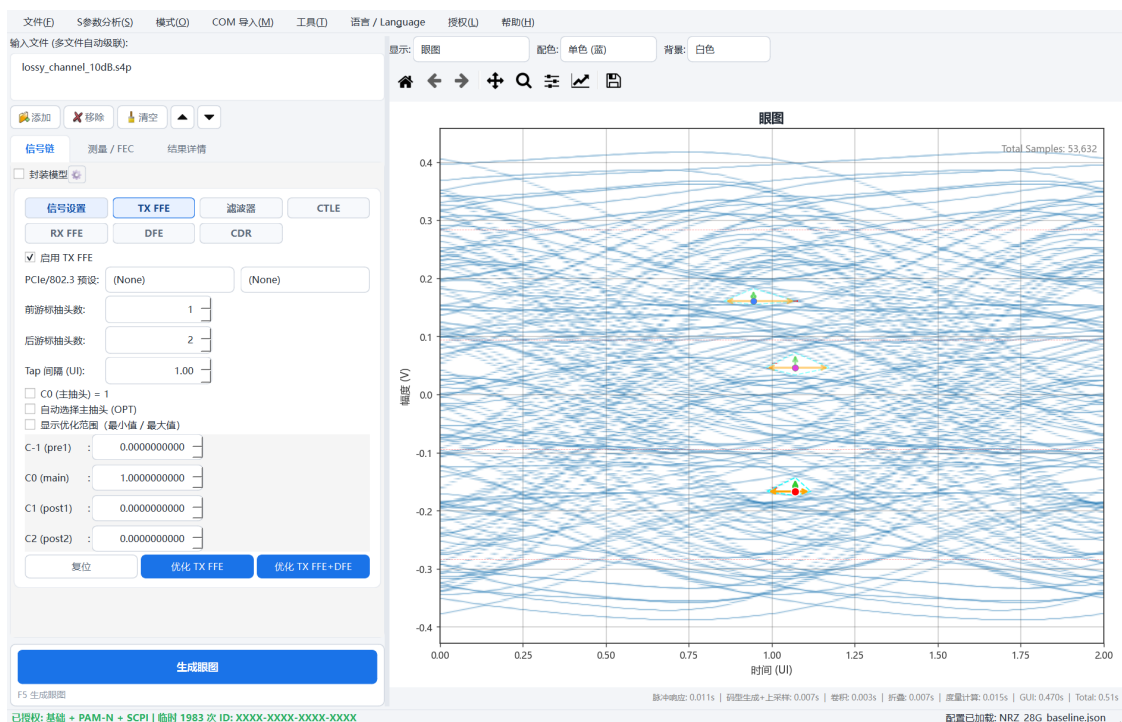


图 3-2 TX FFE 面板：启用开关与"优化"按钮

日常调整直接编辑抽头系数；需要检查或修改上下限时，勾选**显示优化范围**。TX FFE、RX FFE 和 DFE 都支持这一展开方式。

第 5 步 切到 **CTLE** 页：预设的第一个下拉选 **IEEE 802.3**，第二个下拉选 **802.3ck-C2C**（53 GBd 一档——CTLE 的极零点必须与速率匹配，这是选预设的意义），勾选启用，再点"优化 CTLE"。

第 6 步 最后两级一起做：**DFE** 页勾选启用，再到 **RX FFE** 页勾选启用并点**优化 RX FFE+DFE**（联合优化）。为什么不分开优化？802.3ck-C2C 预设按标准给 DFE 首抽头带了 0.3 的下限，若先把 RX FFE 单独优化到把码间干扰消干净，再单独优化 DFE，它只能在下限处工作，反而把眼压回去（优化摘要会如实提示劣化）；联合优化让 RX FFE 与带界的 DFE 分工，一次到位。每优化完一级都可以点"生成眼图"看看眼睛张开了多少。

第 7 步 各级都完成后再点"生成眼图"：三只眼全部张开（图 3-3），COM 从负值一路升到 ~9 dB。

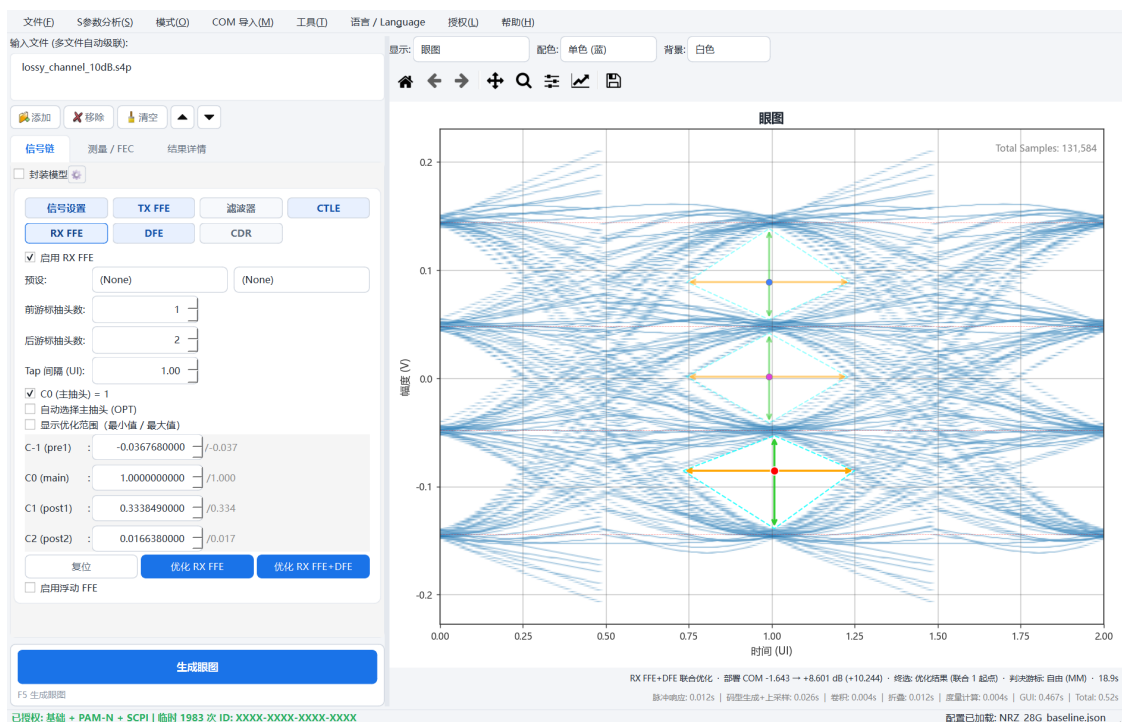


图 3-3 全链均衡后：三只眼张开

提示："优化"按钮做的事：以 COM 为评分自动搜索该均衡器的最优参数。本例的操作顺序是 TX FFE → CTLE → **RX FFE+DFE 联合优化**；CTLE / TX FFE 等页都内置 802.3 / PCIe / USB 标准**预设**，先选对速率档再优化。每次优化完成后，眼图右侧会出现一行**优化摘要**：优化前 → 优化后的 COM、最终采用的是优化结果还是原参数、耗时。软件对每次优化都有复核：若某一级确实帮不上忙（结果不优于优化前），摘要和状态栏会如实提示，CTLE 若旁路反而更好，会自动关闭该级。修改抽头结构、开关或搜索界后，请结合摘要和眼图核对实际部署结果。固定与浮动抽头分别优化，优化其中一段时保留另一段。优化失败也会在摘要里以红字说明原因。

均衡器原理与手动调参：手册第 10 章。

第 4 步 串扰、抖动与噪声：给信号加上真实世界的干扰

实际链路旁边总有别的通道在"串台"，时钟也总有抖动。REA 可以把这些干扰加进仿真，看看您的裕量还剩多少。

第 1 步 切回 Normal，清空输入文件列表，添加 demo\spams\demo_channel_clean.s4p，再加载 demo\configs\NRZ_28G_baseline.json。先生成一次未加干扰的眼图：应与第 1 步图 1-3 同级。仅换通道不会清除第 3 步的 PAM4、速率及均衡设置。

第 2 步 在"信号链 → Signal"页勾选**串扰注入**，点击旁边设置按钮，在配置窗口添加 FEXT 侵扰文件 demo\spams\xtalk_aggressor.s4p，并把其幅度设为 0.1 V（真实系统里侵扰只占主信号的一小部分）。

第 3 步 确认串扰设置，再勾选**抖动注入**并打开设置窗口，给 RJ（随机抖动）填 **0.01 UI**，确认设置。

第 4 步 点击"生成眼图", 与第 1 步的图 1-2 对比: 眼睛变毛、裕量降低 (图 4-1) ——这就是串扰和抖动吃掉的裕量。

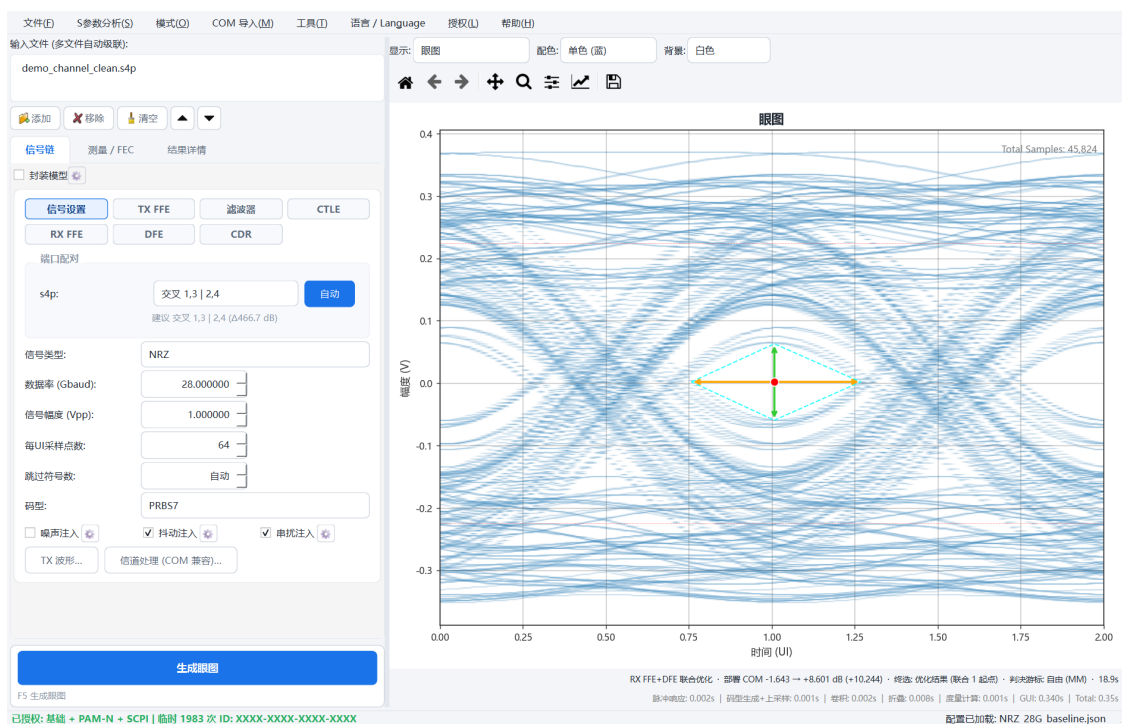


图 4-1 同一条通道加上串扰 + 抖动之后

提示: 同区域还有"噪声注入"等开关, 可按位置注入白噪声。做完这一步记得把勾去掉, 以免影响后面的步骤。串扰/抖动/噪声详解: 手册第 10 章。

第 5 步 一键导入 COM 配置

如果您的团队使用 IEEE 802.3 COM 参考工具, REA 可以直接读它的结果文件, 把信号、均衡器、封装、噪声等全部参数一键搬进来, 并自动生成基线眼图——不需要手工抄任何数字。

第 1 步 切回 Normal, 点击菜单栏 **COM 导入**, 出现三栏对话框 (图 5-1)。

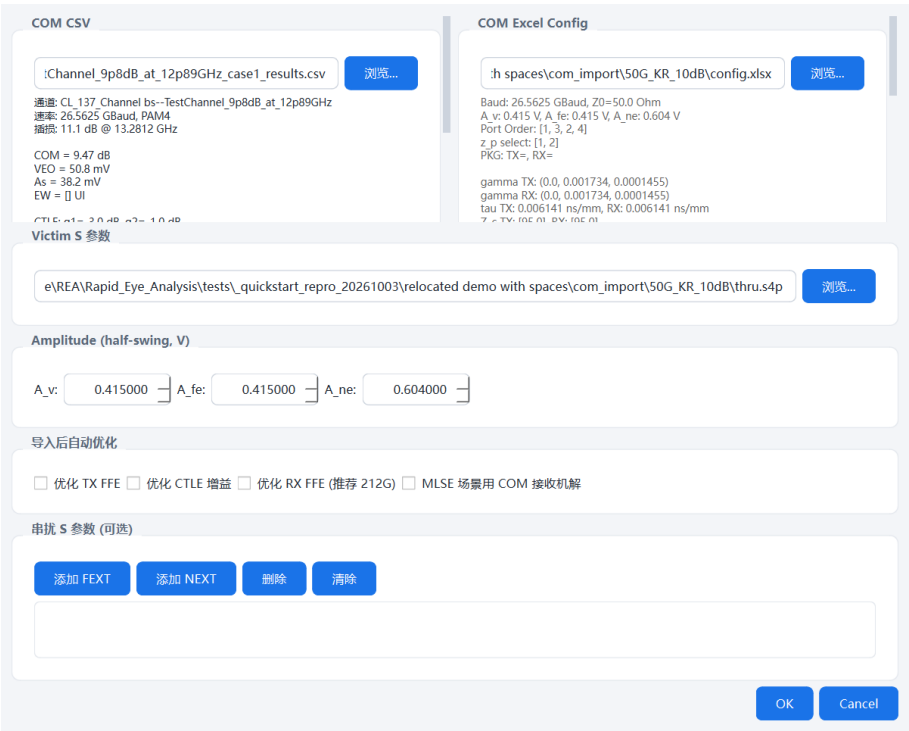


图 5-1 COM 导入对话框

- 第 2 步** 三栏依次选择 demo\com_import\50G_KR_10dB\ 下的：结果 CSV (*case1_results.csv) 、 config.xlsx、 thru.s4p。
- 第 3 步** 先关闭"导入后自动优化"的全部选项，点确定。软件自动生成导入参数的基线眼图 (图 5-2) ；本次目的是复现 COM 参数，进一步优化可稍后再做。

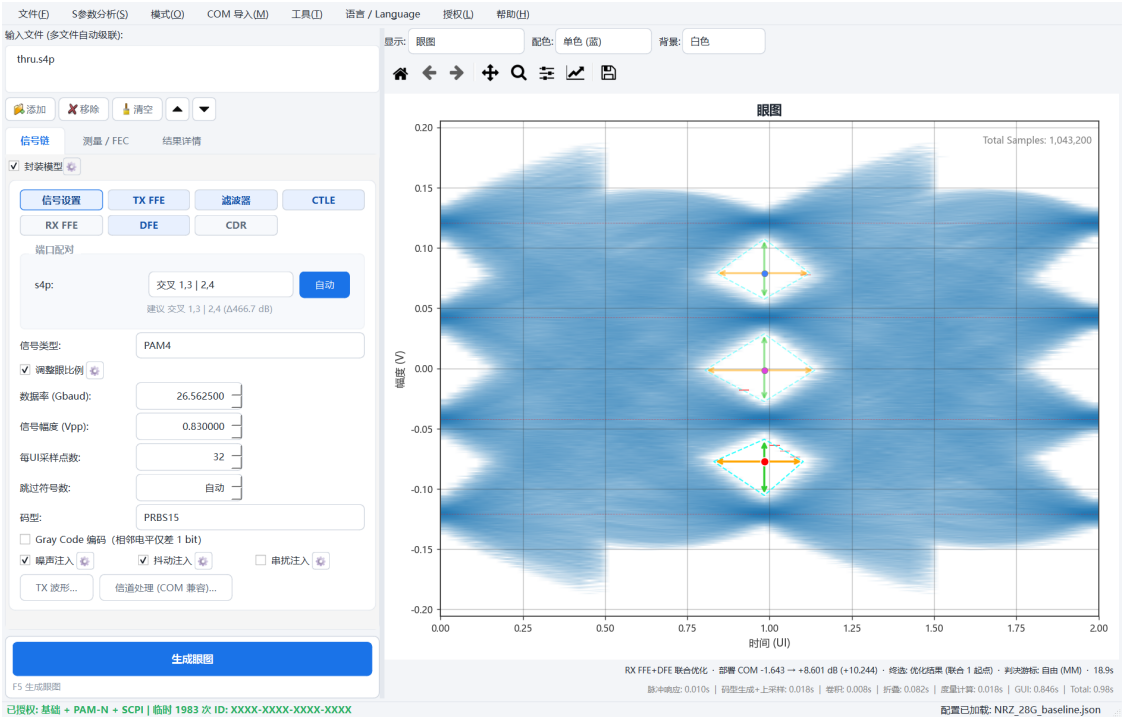


图 5-2 COM 一键导入后的基线眼

提示：对话框里还有"导入后自动优化"选项——导入后让 REA 继续帮您调优。
demo\com_import\ 另有 120G 与 212G 两套场景可试。细节：手册第 5 章。

第 6 步 保存与加载配置

浮动 FFE / DFE 的系数、位置及判决时间也随配置保存。Floating FFE 专题演示位于 demo/floating_ffe/，先阅读 README.txt，再加载 configs 中的 JSON；保留 channels 与 configs 的相对位置，重新生成眼图核对参考结果。

调好的一整套参数（信号 + 全部均衡器 + 高级设置）可以存成一个 .json 文件，之后随时恢复，或发给同事复现您的结果。

第 1 步 菜单 **文件** → **保存配置...**：把当前面板参数存盘。

第 2 步 现在体验加载：切回 Normal，清空输入文件列表，只添加 demo\sparams\lossy_channel_10dB.s4p，然后 **文件** → **加载配置...**选择 demo\configs\PAM4_53G_full_EQ.json。

第 3 步 点"生成眼图"——直接得到一条调好的全链均衡链路（图 6-1），和您第 3 步手工优化的结果同级。

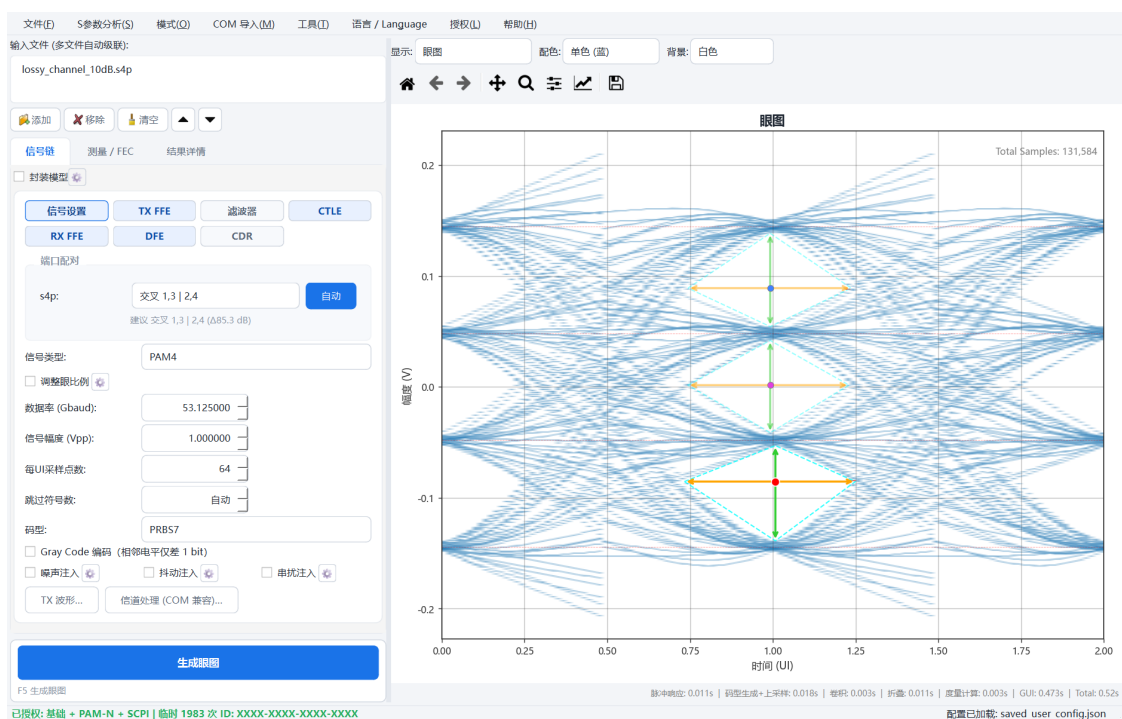


图 6-1 加载演示配置后的效果

注意：配置文件不包含通道文件本身：先在"输入文件"里放好对应通道，再加载配置。demo\README.txt 标注了每个配置该配哪条通道。跨机器分享：把配置 JSON 与通道文件放进同一个文件夹发给对方——档内路径失效时会自动在配置所在目录按文件名找回。

第 7 步 S 参数工具箱：六个窗口逐个上手

以下窗口从 **S 参数分析** 菜单打开，文件都在 **REA 解压目录/demo/sparams/**。想先试一条完整处理流程，可按 7.3 级联 → 7.4 去嵌 → 7.7 回级联核对。看阻抗和反射读 7.1 / 7.2，分段与模式转换读 7.5 / 7.6。

7.0 先确认文件频带、端口和参考阻抗

演示文件	实际频带与采样点数
demo_channel_clean.s4p	DC ~ 30 GHz; 401 点; 4 端口
lossy_channel_10dB.s4p	10 MHz ~ 50 GHz; 5000 点; 4 端口
fixture_2inch.s2p	10 MHz ~ 30 GHz; 3000 点; 2 端口
demo_trace.s2p	10 MHz ~ 20 GHz; 2001 点; 2 端口
trace_with_fixture.s2p	10 MHz ~ 20 GHz; 2001 点; 2 端口
long_channel.s4p	50 MHz ~ 50 GHz; 1000 点; 4 端口

提示：文件的最高频率不等于通道的截止频率。比较两个文件，先看共同频带；本例 A / B 通道的共同范围为 10 MHz ~ 30 GHz。级联和去嵌只在共同频带计算，本组夹具 / 走线结果为 10 MHz ~ 20 GHz、2000 点。夹具曲线到 30 GHz，可以让窗口横轴更宽，但结果仍只到 20 GHz。频带完全不相交会报错。

本节文件参考阻抗为 50 Ω 。端口重排、差分配对和网络输入 / 输出方向分别设置，使用自己的文件时先依据连接图确认。曲线组的全选 / 全不选只影响本组。

7.1 TDR/TDT: 从阻抗看到阶跃和脉冲

v2.0.30: 先用 S11 查看阻抗, 再用 S21 分别看阶跃和脉冲。低通传输脉冲首点已修正, 边沿平滑也适用。和其他工具对照时先统一频点与端口, 脉冲幅度还需核对参考标度。

第 1 步 菜单 **S参数分析** → **TDR**, 输入文件选 demo\spams\demo_trace.s2p, 勾选 S11, 显示类型选阻抗, 速度因子设 **0.70**。门控、重归一化和因果性处理关闭, 端口延迟为 0, 先计算基础响应 (图 7-1)。

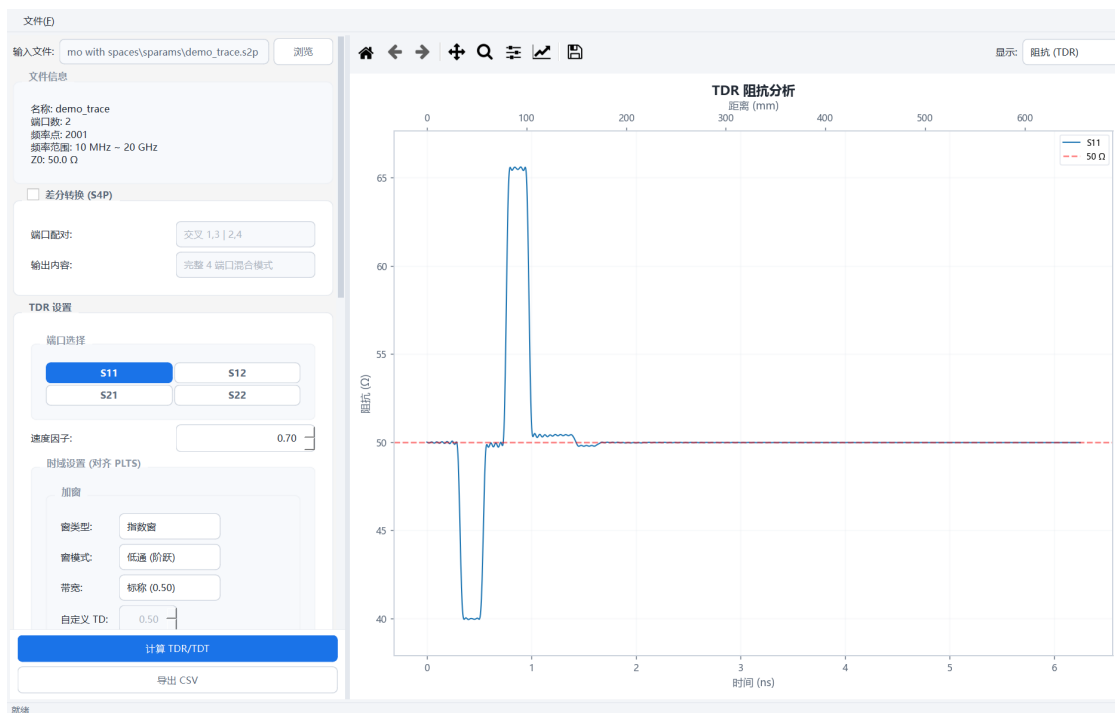


图 7-1 TDR: 阻抗剖面

第 2 步 再选 S21, 分别查看阶跃和脉冲响应, 并导出 CSV。想比较局部变化, 可以缩放到 0~1.5 ns; 显示缩放不截短原始导出。

→ 界面反馈: S11 阻抗帮助看结构变化; S21 阶跃看信号到达与稳定, 脉冲看主峰与后续响应。速度因子影响距离换算; 反射使用往返传播时间, 不能直接当作单程距离。

7.2 史密斯圆图：反射轨迹

第 1 步 菜单 **S 参数分析** → **史密斯圆图**，同一个文件，选择 **S11**、**Z 阻抗**、参考 **50 Ω**，点绘制（图 7-2）。再添加其他文件对照，或切换 Y 导纳、查看 VSWR 等高圆。

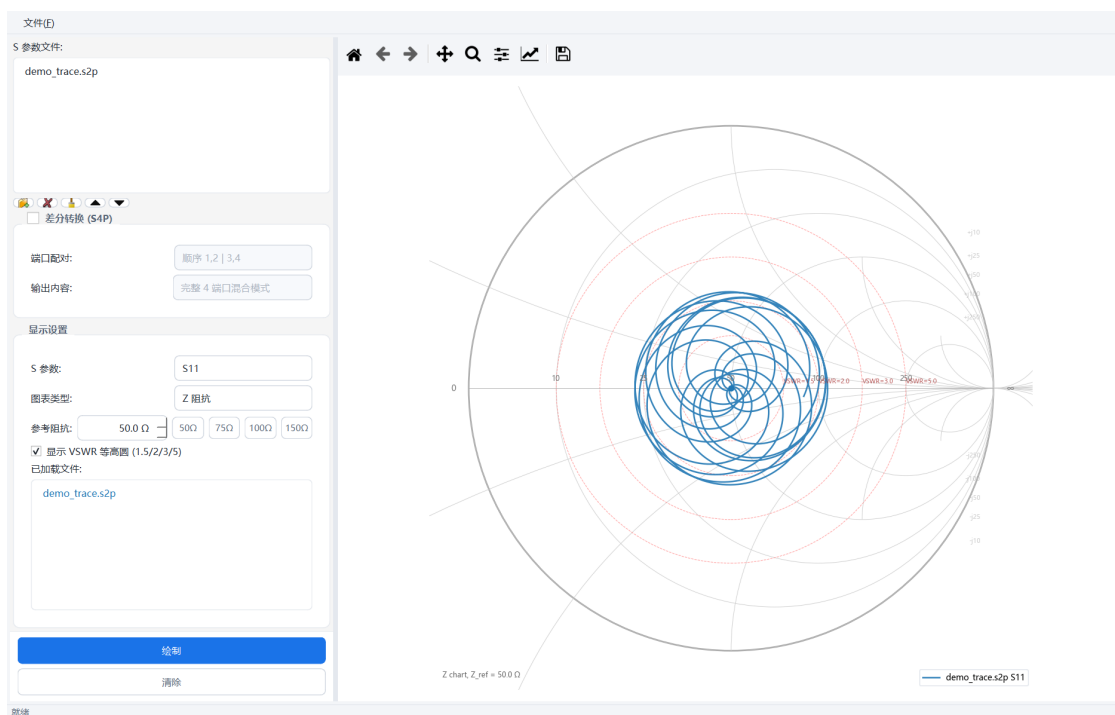


图 7-2 史密斯圆图

→ 界面反馈：中心对应参考阻抗匹配；Z 图上半圆偏感性、下半圆偏容性。圆图里调整参考标尺，不会自动对原始网络文件做参考阻抗重归一化。

7.3 级联：把几段链路串起来

第 1 步 菜单 **S 参数分析** → **级联**，按顺序添加三个文件：**fixture_2inch.s2p**、**demo_trace.s2p**、**fixture_2inch.s2p**。两端口方向保持 **1 → 2**，关闭差分提取与四端口配置，点级联（图 7-3）。

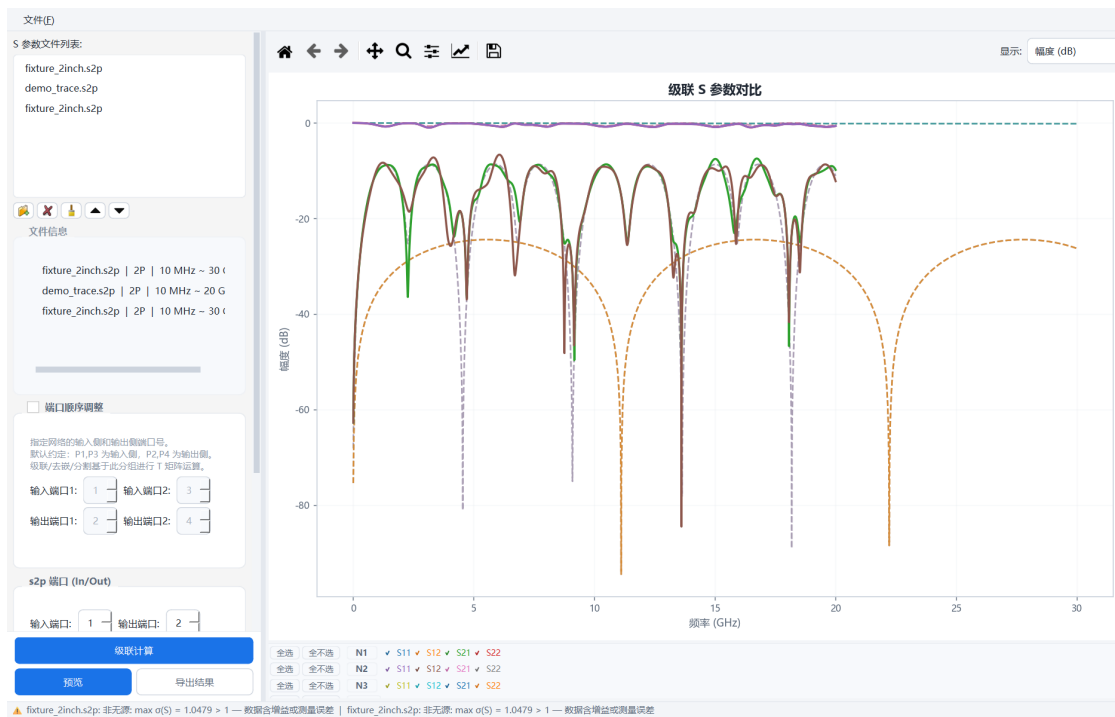


图 7-3 级联：夹具+走线+夹具

第 2 步 对照输入与结果的 **S21**，再看 **S11 / S22**；查看幅度与相位。把组合结果保存为 **cascade_demo.s2p**，放到自己指定的输出目录，供下一节使用。

→ 界面反馈：结果频带到 20 GHz，实际为 2000 点。它是夹具 + 走线 + 夹具的演示模型。级联包含相位和连接处的反射，不能用各段插损 dB 相加代替完整网络。

7.4 去嵌：把夹具的影响扣掉

第 1 步 菜单 **S 参数分析** → **去嵌**：DUT 选 **trace_with_fixture.s2p**；勾选左、右夹具，都选 **fixture_2inch.s2p**；保持两端口 1 → 2 方向，关闭差分提取与四端口配置，点去嵌（图 7-4）。

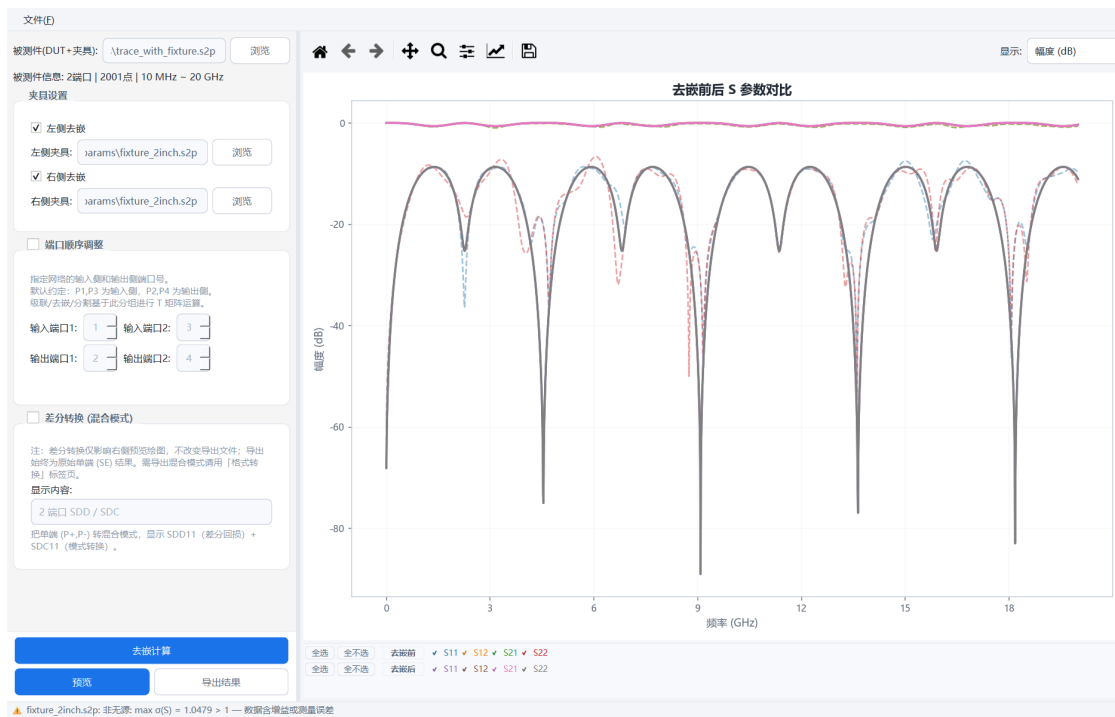


图 7-4 去嵌：扣除左右夹具

第 2 步 将结果保存为 **deembed_demo.s2p**，对照含夹具输入与原始 demo_trace 的传输、反射和相位。若只处理一侧，可只启用对应一侧夹具。

注意：恢复结果接近原始走线，但两份随包演示模型并非逐点相同：共同频点上最大复数差异约 2.21×10^{-5} 。不要写成“完全还原”。要检查处理关系，按 7.7 把夹具接回去，比较同一份含夹具输入。

第 3 步 再把 DUT 改为上节导出的 **cascade_demo.s2p**，仍使用同样两侧夹具。这次去嵌与原始 demo_trace 在共同频点上对照，本次数值差异约 1.05×10^{-15} 。

7.5 分割：把长通道拆成两半

第 1 步 菜单 **S 参数分析** → **分割**，文件选 **long_channel.s4p**，段数 2，确认默认输入侧 **1、3**、输出侧 **2、4**，关闭平滑和差分预览。先均分，点“分割计算”，再点“预览”（图 7-5）

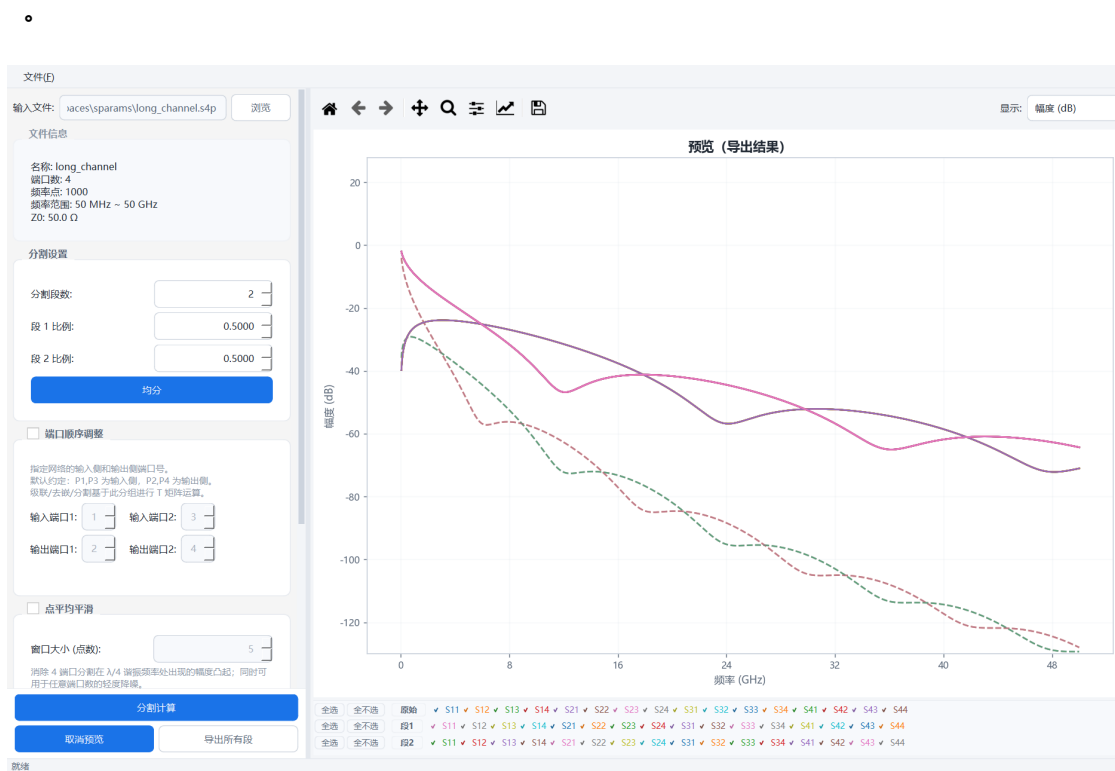


图 7-5 分割：先体验两段均分

第 2 步 再将段 1、段 2 的比例分别改为 **0.30 / 0.70**，重新计算、预览并分别导出。结果仍是单端四端口文件，频带保留 50 MHz ~ 50 GHz、1000 点。

提示：各段比例之和需为 1；SCPI 两段示例为 **CONF:SPLI:RAT <窗口 ID>,0.30,0.70**，必须传完整列表。回级联可检查分段结果是否自治；30% 模型不代表从不均匀硬件上切下前 30% 的实测结果。

7.6 格式转换：S4P 差分提取

第 1 步 菜单 **S 参数分析** → **格式转换**，文件选 **demo_channel_clean.s4p**，勾选差分混合模式分组，端口配对选交叉 13/24，输出选差分 (SDD)，并预览（图 7-6）。输入差分对为 1、3，输出为 2、4；先只选 Sdd21，再看 Sdd11 / Sdd22 和相位，导出两端口差分文件。

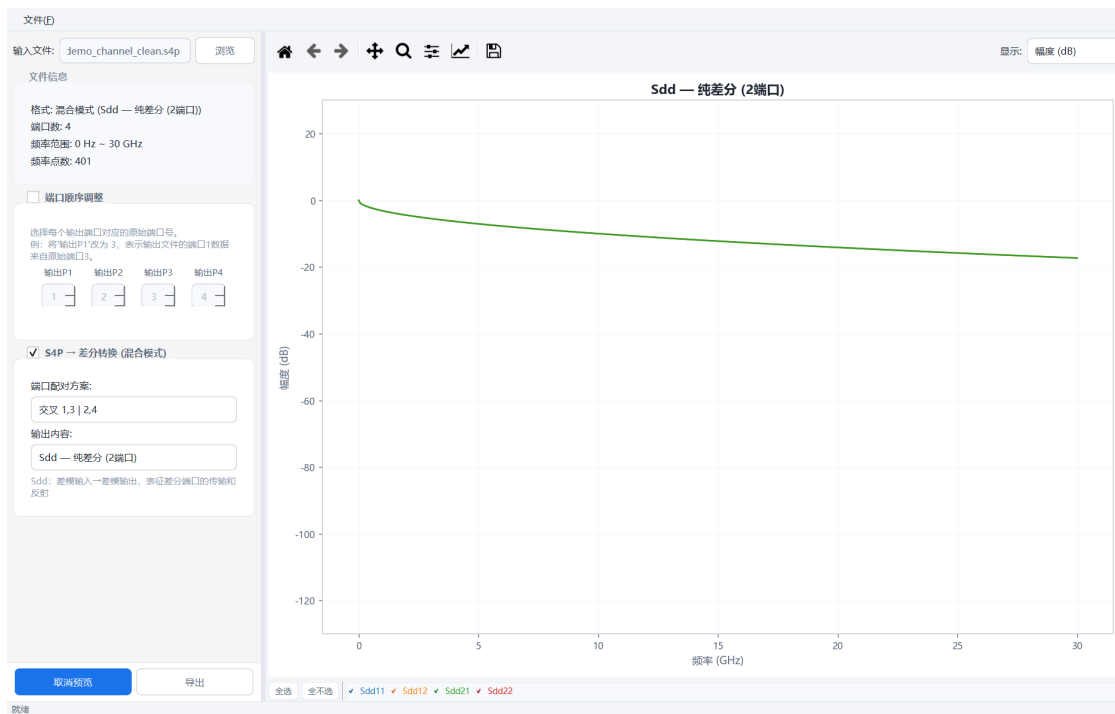


图 7-6 格式转换：S4P → SDD

第 2 步 需要研究其他模式时，可以输出完整混合模式或 Scc、Scd、Sdc 子块。Scd 为差分输入 / 共模输出，Sdc 为共模输入 / 差分输出。完整模式端口顺序为 **d1**、**c1**、**d2**、**c2**，和其他工具比较前先统一定义。

注意： 本例转换导出的参考标记沿用输入 50 Ω ；不能理解为已自动做了物理差分参考阻抗重归一化。Sdd 子块省略其他模式信息，完整单端往返核对要保留四类子块。

7.7 把结果接回去，检查同一份输入

- 第 1 步** 使用 7.4 第 2 步保存的 **deembed_demo.s2p**。级联窗口中清空原列表，依次加入左夹具 fixture_2inch、去嵌结果、右夹具 fixture_2inch；保持 1 → 2，重新计算并导出。
- 第 2 步** 将回级联结果与最初的 **trace_with_fixture.s2p** 对照。先看幅度、相位和反射；做数值核对时，统一频点、端口与参考阻抗，逐点比较全部复数 S 系数。
- 第 3 步** 四端口分割也这样核对：依次加入 0.30 / 0.70 两个单端四端口分段文件，关闭差分提取，勾选“端口顺序调整”，设置输入 1、3 / 输出 2、4。回级联后与原始 long_channel 对照全部 16 个复数系数。

正式 v2.0.29 已验证案例	最大绝对复数误差
含夹具输入去嵌后回级联	9.27×10^{-15}
30% / 70% 四端口分割后回级联	1.58×10^{-12}
级联与独立连接计算	8.91×10^{-16}
GUI 鼠标去嵌与 SCPI 计算导出	逐点相同

这些数值来自可见 GUI + 真实 TCP SCPI，且做了独立连接与模式计算对照。误差为无量纲复数系数绝对差，不是 dB 或 BER；闭环说明处理自治，不能替代实际夹具准确性与测量校准。SCPI 执行计算需要 SCPI 选件。

六个窗口的完整说明：手册第 6 ~ 9 章。

第 8 步 专家模式与光链路（进阶预告）

标准模式的信号链是固定顺序；**专家 (Expert) 模式**把链路变成一张可自由搭积木的节点画布——支持多分支对比、多探针、以及光器件仿真。

- 第 1 步** 先按第 6 步载入 **PAM4_53G_full_EQ.json** 和高损通道并生成眼图；再选择 **模式** → **复制 Normal 配置到 Expert**，把这条确定的均衡链复制成画布。复制会覆盖旧 Expert 画布，需要保留的配置请先另存。
- 第 2 步** 菜单 **模式** → **专家 (Expert)** 切换视图，点“运行管线”：刚才的链路已画成节点图，每个探针出一张眼（图 8-1）。双击节点可改参数。

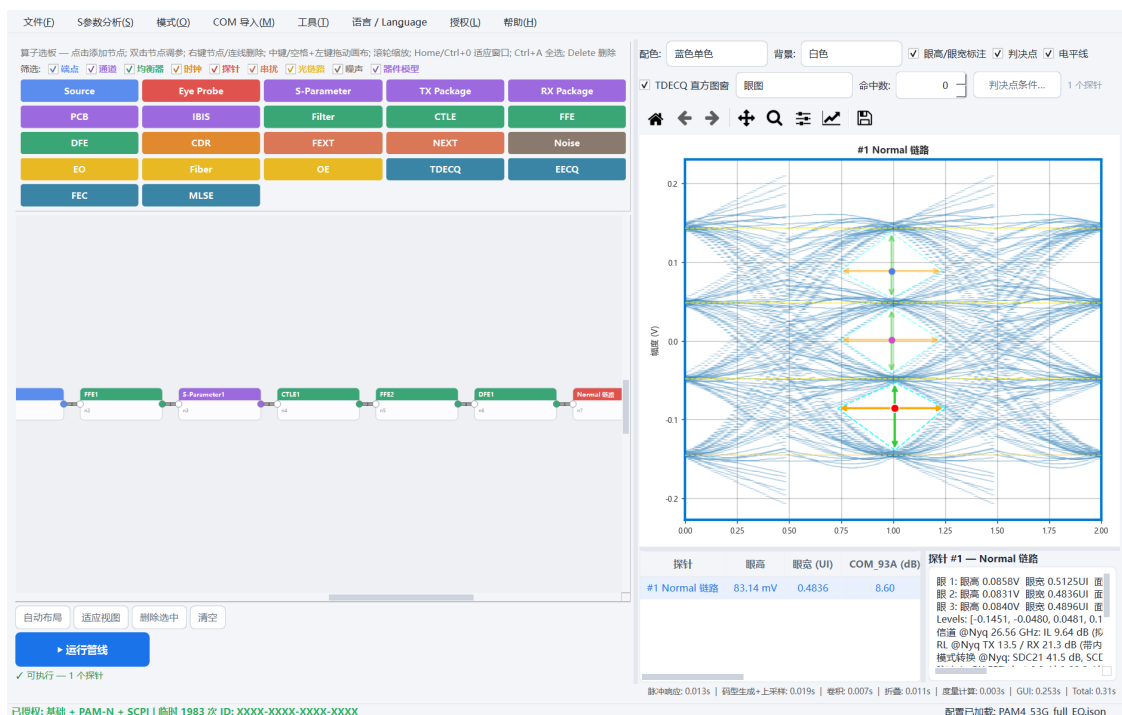


图 8-1 专家模式画布：链路即节点图

第 3 步 长链路（光链路 / TDECQ / FEC）计算需要一些时间——运行期间画布下方有**进度条**：百分比、已用时长与预计剩余，状态栏同步显示当前算到哪一步；旁边的“|| 暂停”和“× 取消”按钮随时可以冻结或停止本次运行（图 8-2）——停止不扣试用次数，结果保持上一次。

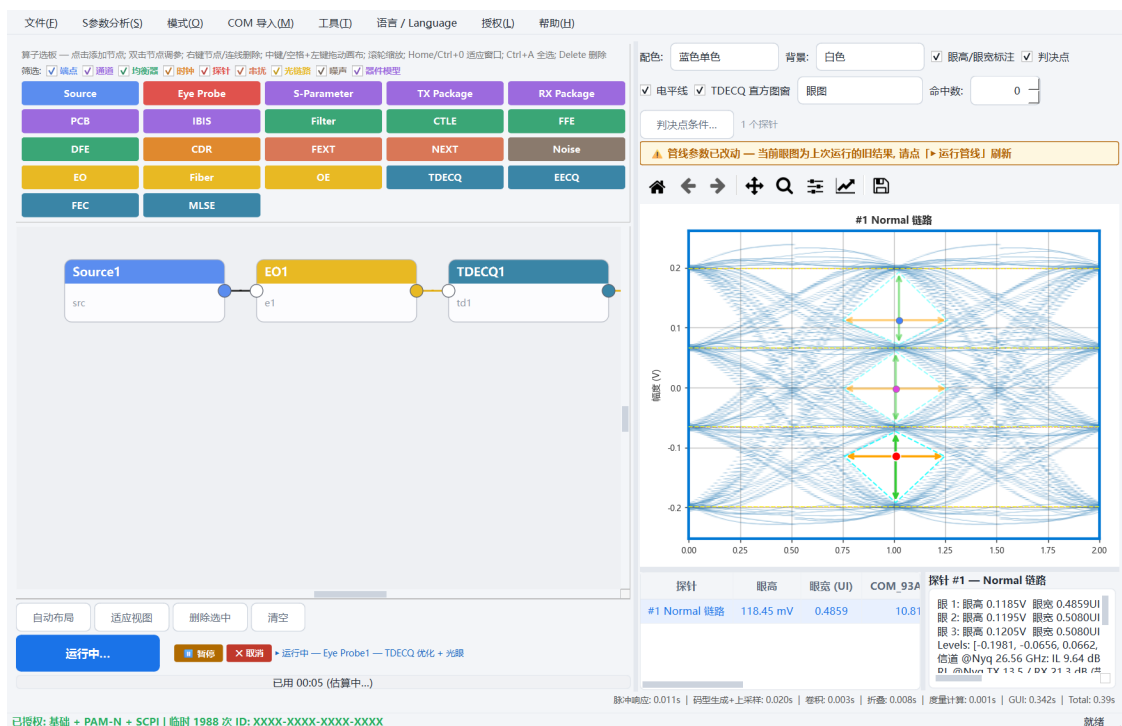


图 8-2 运行中：进度条 + 暂停 / 取消按钮

第 4 步 体验光眼：选择 **文件** → **加载配置...**，载入 demo\configs\QuickStart_Optical_TDECQ.json。画布自动切为 Expert，链路为 **Source** → **EO** → **TDECQ** → **Probe**；

Source 为 PAM4 / 53.125 GBd / PRBS13 / 32 点/UI, EO 带宽 40 GHz、消光比 6 dB, TDECQ 的参考 FFE 优化已开启。点"运行管线", 完成后应看到光眼和有限的 TDECQ 读数 (图 8-3)。这是最小调制器演示, 未插入光纤或 OE; 需要时可另建完整光链路。

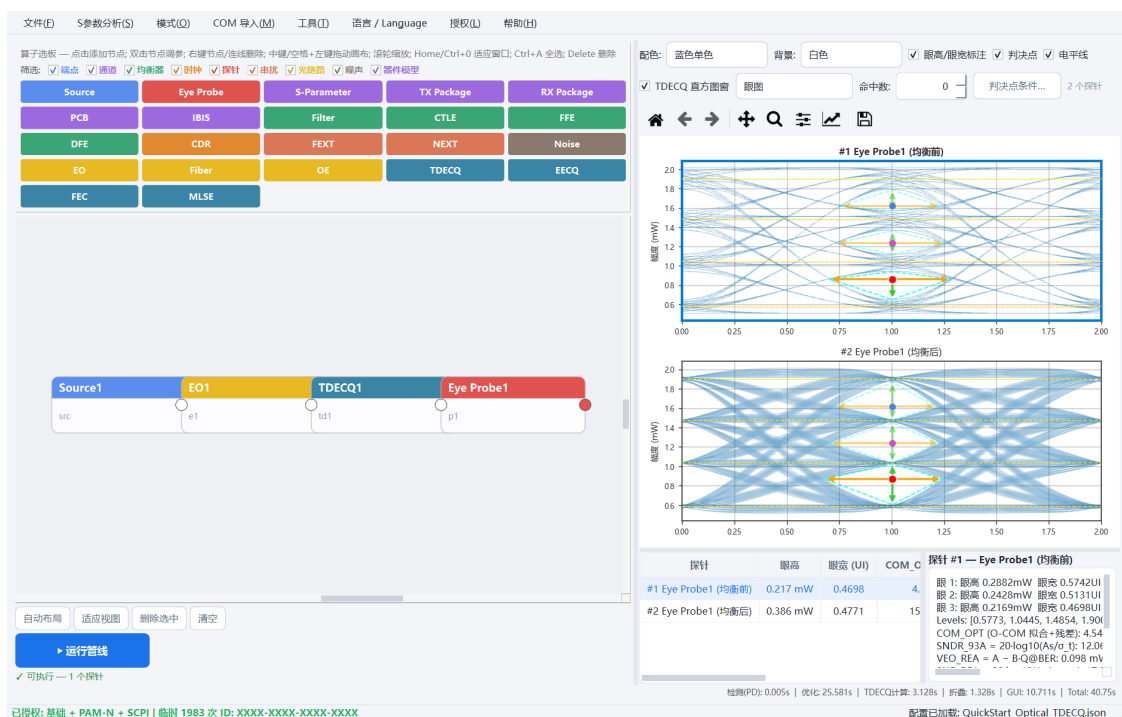


图 8-3 光链路 + TDECQ 参考接收机

第 5 步 体验 IBIS-AMI 器件模型: 加载 demo\configs\QuickStart_IBIS_AMI.json, 点"运行管线"。链路为 **Source** → **IBIS TX** → **S 参数** → **IBIS RX** → **Probe**, NRZ / 53.125 GBd / PRBS13 / 32 点/UI; TX 选 A1、RX 选 B1, 两端使用 GetWave 流程。配置自动定位 demo\ibis\rea_ref.ibs 及对应 AMI / DLL, 通道为 lossy_channel_10dB.s4p (图 8-4)。这些是 REA 自研的合成参考模型, 用于演示, 并非真实硅片模型。双击 IBIS 节点可检查引脚、模型、封装与 C_comp 摘要 (图 8-5); 厂商模型及 IBIS 8.0 进阶功能见手册 11.6。

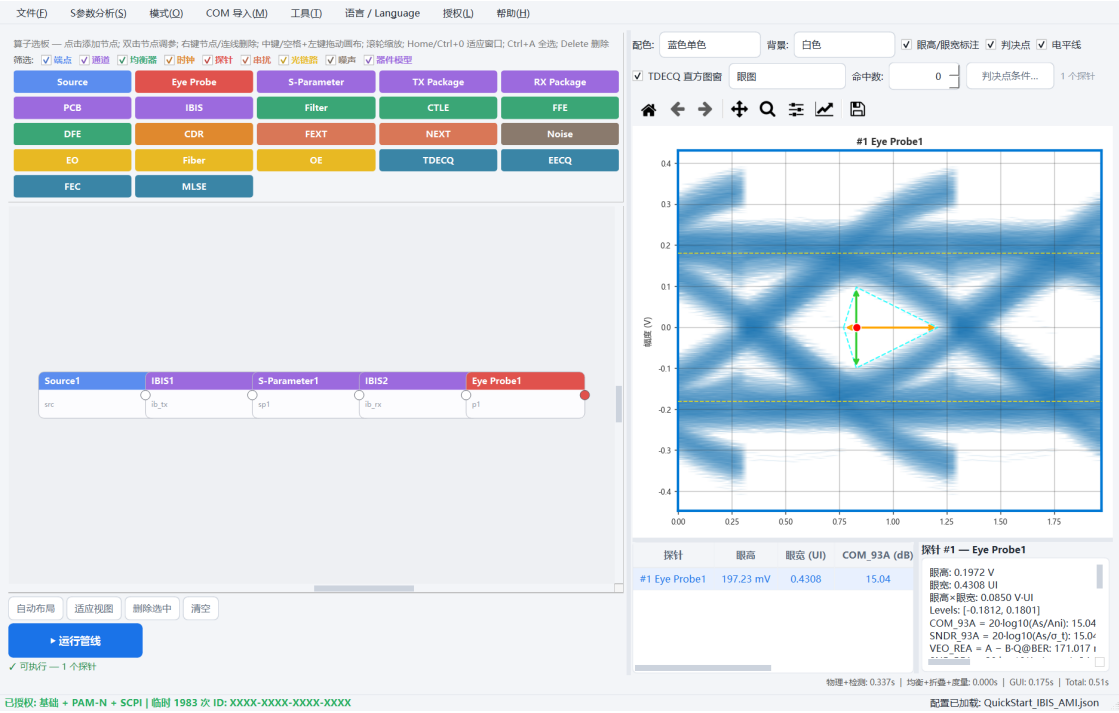


图 8-4 IBIS-AMI 器件模型：TX / RX 节点夹住通道，AMI 接收机自带均衡与时钟恢复

显示名 IBIS2

IBIS 文件 / 模型 / 模拟前端 (IBIS 8.0 §5-§7, §12)

方向 (TX/RX) RX (接收器)

IBIS 文件 (.ibs) 261003\relocated demo with spaces\ibis\rea_ref.ibs ...

[Model] 名 rea_ref_rx

[Pin] 引脚 B1

工艺角 (typ/min/max) typ (典型)

封装来源 自动 (Interconnect > Package Model > Pin/Package)

互连模型组

C_comp 来源 自动 ([C Comp Model] 优先)

线性化模拟前端 ☒

线性化结果

模型	rea_ref_rx (Input)
输入	R_in 50.0 Ω · C_comp 0.100 pF
封装	[Interconnect Model] RX_PAIR · REA_IC_GROUP 亦 可选 package_model · lumped
C_comp	[C Comp Model] rea_ref_ccomp_rx.s2p (Non-Driving, Touchstone, Buffer_I)

IBIS-AMI 可执行模型 (IBIS 8.0 §10)

启用 AMI 可执行模型 ☒

AMI 参数文件 (.ami) .ami ...

AMI 可执行文件 (.dll) .dll (Windows x64) ...

仿真流 时域 (AMI_GetWave)

GetWave 块长 (UI) 1024

Ignore_Bits (UI) -1

套用 .ami 抖动/噪声预算 ☒

中继类型 (Repeater_Type) 自动 (.ami Repeater_Type)

BCI 链路训练 自动 (两端都声明 BCI Protocol 即训练)

确定 取消

图 8-5 IBIS 节点对话框：封装来源 / 互连模型组 / C_comp 来源与线性化摘要 (含 [C Comp Model])

提示：切回 模式 → 标准 (Normal) 不会影响 Normal 的任何设置——两个模式完全独立。专家模式：手册第 11 章 (IBIS: 11.6)；光链路与 TDECQ：手册第 12 章。

第 9 步 自动化 (SCPI 远程控制)

本软件可像台式仪器一样被程控：菜单 **工具** → **启用 SCPI 远程控制**后，程序在 TCP 端口 5025 监听标准 SCPI 命令——加载文件、改参数、跑优化、读指标全部可以脚本化。

第 1 步 打开 demo\scpi_example.txt——一份从加载通道到读回 COM 的完整命令序列。先将 <DEMO> 换成实际 demo 目录绝对路径；以换行结尾逐条发送，查询命令读完返回行再发下一条。先运行标为"第一张 NRZ 眼图"的段落；其他段落独立执行。

注意：执行 INIT、优化或管线运行需要 **SCPI 选件授权**；GUI 试用次数不能替代它。仅查询与改参数可直接体验。

→ 界面反馈：CONF:SIGN:RATE 28 改速率后，GUI 立即显示 28 GBd；INIT 完成、*OPC? 返回 1 后，GUI 显示眼图；FETC:EYE:ALL? 读回同一结果。

提示：完整命令表 (500+ 条) 见手册第 13 章。

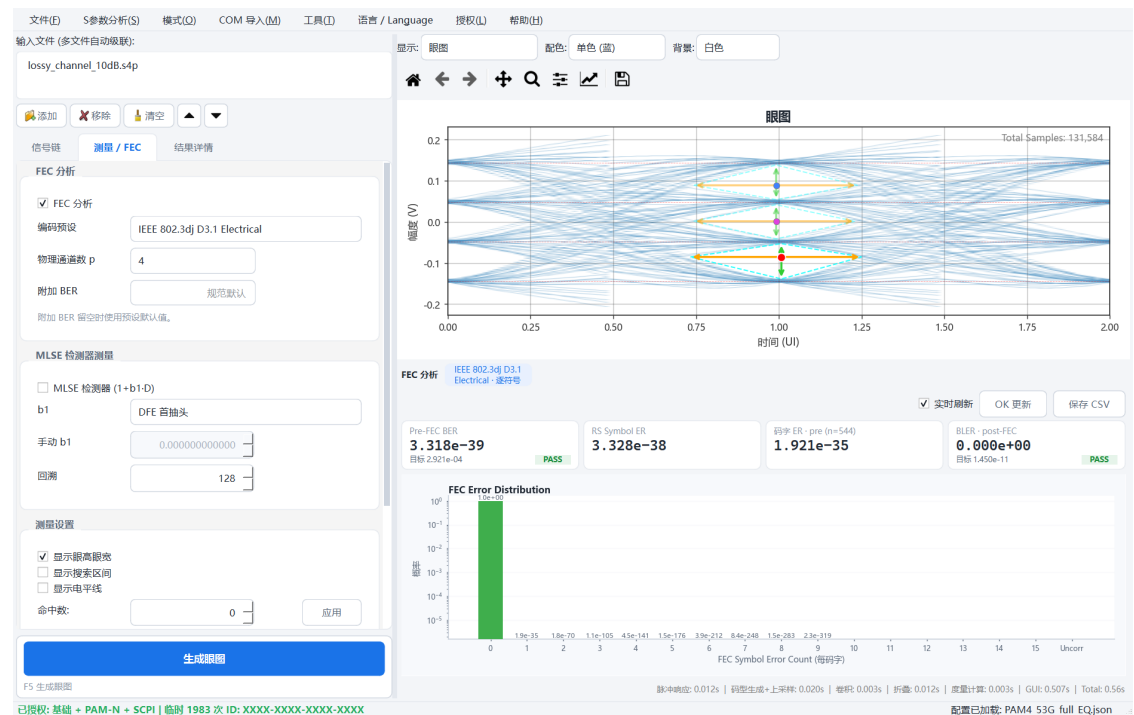
第 10 步 FEC 前后误码率 (可选)

链路好不好，最终看的是"纠错前误码率多少、纠错后还剩多少"。勾一个选项就能在眼图下方直接看到这两个数，并按 IEEE 802.3 / PCIe 规范判定是否达标。

第 1 步 先按第 6 步恢复 **Normal + lossy_channel_10dB.s4p + PAM4_53G_full_EQ.json**，点"生成眼图"，得到已均衡的三只 PAM4 眼。本例以 PAM4 为基线，避免将第 1 步的 NRZ 与 Electrical 预设混用。

第 2 步 打开左侧"测量 / FEC"页，选 **IEEE 802.3dj D3.1 Electrical**，LANes 选 **4**，BERadded 留空使用预设，勾选 **FEC 分析**并等待卡片更新。若尚无结果，点"生成眼图"。NRZ 可另用第 1 步基线及 Clause 91 KR4 预设。

→ 界面反馈：眼图下方出现 FEC 结果条带：四张指标卡片 + 错误分布图



四张卡片从左到右依次是纠错前的比特误码率、RS 符号错误率、码字错误率，以及**纠错后**的码字错误率（BLER）——最后一个才是以太网规范真正的判据，卡片上会直接标出目标值与 PASS / FAIL。

提示：打开“判决参数”调整门限并应用，FEC 会重新计算；更差的门限会增加误码，恢复配置可回到相同基线。其他预设若使用 Inner FEC，当前结果属于硬判决估算，不代表完整软判决解码器；详见手册第 15 章。

规范预设、BERadded、专家模式用法与 SCPI 命令：手册第 15 章。

附：试用的 500 次怎么算

首次安装即进入试用模式，**500 次计次**，NRZ 与 PAM-N 共用这一个池子。本指南完整练习通常消耗几十次，具体取决于启用参数时的自动生成与您重复运行的次数。下面这张表说明什么会扣次数、什么不会。

您做的事	扣次数吗
生成一张眼图（点“生成眼图”或按钮触发的自动生成）	扣 1 次
用 PAM4 / PAM-N 信号生成眼图	同样扣 1 次（试用期内可自由使用）
点优化按钮（CTLE / FFE / DFE / 联合 / TDECQ）	优化本身不扣；优化完自动出的那张眼图扣 1 次
一键导入 COM 结果（含自动优化）	整个流程 合计只扣 1 次

您做的事	扣次数吗
专家模式运行管线	与标准模式同价，扣 1 次
S 参数的计算与查看（级联 / 去嵌 / 分割 / 转换 / TDR / 史密斯）	不扣，随便用
把 S 参数结果导出成文件	每 10 次导出才扣 1 次
改参数、看图、缩放、保存/加载配置、导出图片	不扣
GPU / CUDA 加速	不扣，默认开启，无需单独选件

提示：次数用完也不会锁死软件：S 参数照样算、照样看，只是不能再导出结果文件、也不能再生成新眼图。装上授权 Key 立刻恢复，已做的配置一个都不丢。

注意：SCPI 远程控制不含在试用里。SCPI 服务始终可以连上、可以查询和配置，但 INIT / MEAS / 优化 / COM 导入这类会真正开跑的命令需要单独的 SCPI 选件 Key——试用次数顶替不了。第 9 步会讲到这一点。

申请试用 Key：打开“授权 → 授权管理”，把 **Host ID** 发到下载站106.14.76.130 右下角站内咨询。自助提供 200 / 100 / 50 次三档，各领一次，累计最多 350 次，与首次安装内置的 500 次试用分开。需要更多次数或商业授权时，可在站内咨询联系作者或扫授权对话框里的公众号二维码。完整授权矩阵见《操作手册》第 4 章。

下一步去哪里

我想.....	去哪里
系统学习每个面板与参数	按 F1 打开《操作手册》（15 章 + 术语表）
看懂授权与计次的完整规则	手册第 4 章（含逐功能计次表）
了解演示文件还能怎么玩	demo\README.txt
封装模型、CDR、噪声预算等进阶话题	手册第 10 章及以后
写自动化脚本	手册第 13 章 + demo\scpi_example.txt

祝使用愉快！