

# SYSTEMAX<sup>®</sup>

---

## SOLUTIONS

### 模态分解

### UTP 布线系统的基本测试方法

白皮书  
Issue 2  
March 2004

**SYSTEMAX<sup>®</sup> 结构化网联解决方案**

[www.systimax.com](http://www.systimax.com)

## 目录

1. 摘要	1
2. 介绍	2
3. 模态分解应用	4
3.1 系统设计和诊断工具	4
3.2 模态串行模拟器	6
4. 结论	9

## 1. 摘要

UTP 布线系统的性能一般通过高精度平衡转换器进行测试。这种方法具有某些较严重的限制，可能造成校准困难以及平衡转换器带宽限制等问题。SYSTIMAX® 实验室开发的 16-端模态分解系统可以解决这些问题。除了传统的测量，如接入损耗、NEXT、PSNEXT、ELFEXT、PSELFEXT、回波损耗、延迟和延迟偏差，这项先进的技术可以加速高频率平衡的测量，这是布线行业内非常具有挑战性的一个问题。

## 2. 介绍

有两种信号可以在 4-对布线系统中同时共存。差模信号在同一线对的两个导体上具有相等但相反的极性。通常人们首选差模信号，而共模信号并不受欢迎。不幸的是，由于收发器不够理想，共模信号总是存在。布线及连接硬件的不健全也可能造成额外的共模信号。

模态分解是一种用来分析这些信号互相作用关系的高级工具。模态分解的概念是建立在多导体传输线理论的基础上。当差模或共模信号在交界处相遇时，例如从一根电缆到一个接头，它将被分散为多个波段。某些信号将继续传输，而另一些可能被返回。这些波段可能是差模信号，也可能是共模信号或两者结合。模态分解可识别多导体传输系统中自然存在的所有传输模式。在一个 4-对布线系统中，以 16X16 反射系数矩阵描述潜在的散射，以  $\rho$  表示。

$$\rho = \begin{bmatrix} \text{Differential} \rightarrow \text{Differential} & \text{Common} \rightarrow \text{Differential} \\ \text{Differential} \rightarrow \text{Common} & \text{Common} \rightarrow \text{Common} \end{bmatrix}$$

差分元素为一个 8X8 的矩阵。该矩阵完全由布线标准通过 4 个基本参数：接入损耗、NEXT, FEXT 以及回波损耗而定义。通过正确计算，ELFEXT、PSNEXT、PSELFEXT 和延迟（接入损耗）以及延迟偏差可以从这些基本参数中得出。

在过去几年中，标准中一直都只考虑到平衡问题，但由于实施一致性平衡测量的复杂性，该问题一直没有任何进展。共模元素也是 8X8 矩阵，它们可以让用户来定义网络的平衡。与 LCL 及 LCTL 在相同线对上检测模式转换不同，模态分析的特点是关注在不同线对的交叉耦合上。

共模元素可以用于定义共模行为。该矩阵的定义与差分元素的定义非常相似。它也是由与以上所述四个基本参数构成。然而，它的特点是当共模信号启用时，在双绞线对中会产生反射和耦合效果。

模态测量量化了所有这些模式以及它们的互相作用，有助于我们进一步理解布线中产生的传输现象。以下图表说明了布线系统不同类别的标准所规定的测试参数的数值。

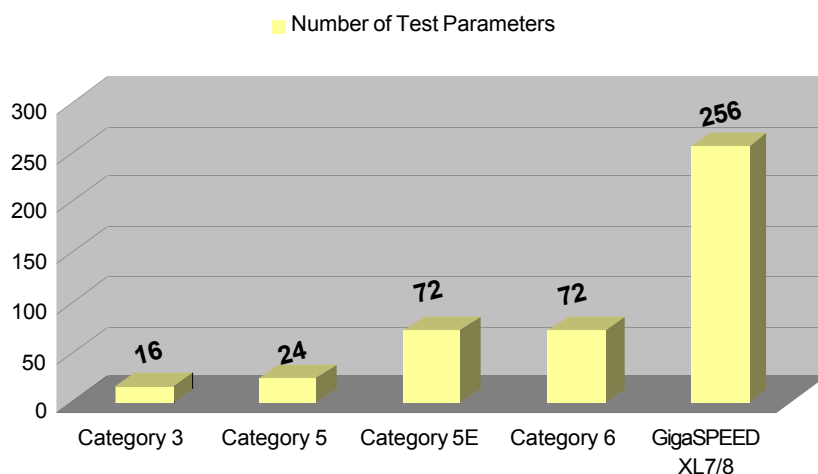


表 1

规格	信道完全特征的试验参数
3类	4 – 衰减, 12 – NEXT, 合计 16 参数
5类	4 – 衰减, 12 – NEXT, 4 – Delay, 4 – Skew, 合计 24 参数
5e类	4 – 接入损耗, 12 – NEXT, 8 – 回波损耗, 4 – 延迟, 4 – 偏差, 24 – ELFEXT, 8 – PSNEXT, 8 – PSELFEXT, 合计 72 参数
6类	4 – 接入损耗, 12 – NEXT, 8 – 回波损耗, 4 – 延迟, 4 – 偏差, 24 – ELFEXT, 8 – PSNEXT, 8 – PSELFEXT, 合计 72 参数
GigaSPEED® XL7/8	64 – 差模项, 128 – 平衡项(模式转换), 64 – 共模项, 合计 256 参数

**注释:** 在模态测试中, 64 项基本的差模项可以用于计算上述所有 72 项 6 类差模参数。相反地, 72 项 6 类标准参数与 48 项基本参数 (4-IL, 12-NEXT, 24-FEXT, 8-RL) 一致。当 4 个对称 IL 和 12 个 NEXT 参数从 64 个差模参数中分离出来时, 这些基本参数与模态基本参数完全匹配。256 项模态基本参数可以用来得出上千项有用的计算参数, 以强调从未分析过的传输特性。

由于平衡转换器未涉及该过程, 模态分解系统的最大测试频率取决于试验仪器的实际带宽, 范围在千兆赫兹范围内。

### 3. 模态分解的应用

该创新平台的优势不仅仅在于测量的精确性，还在于它能够通过计算在链接或信道内串联单独的组件。每项组件，例如电缆、线缆以及成对的导体都以 16X16 矩阵为特点，且数据文件被存储在计算机内。使用这些来自测量数据库的特色组件可以构成一个有效链接或信道。通过计算程序，人们可以假设所有组件已被物理连接，模拟一个链接或信道。

SYSTIMAX 实验室已建立了模拟信道与真实信道之间的相关性。图 1 显示了两之间的一致性。

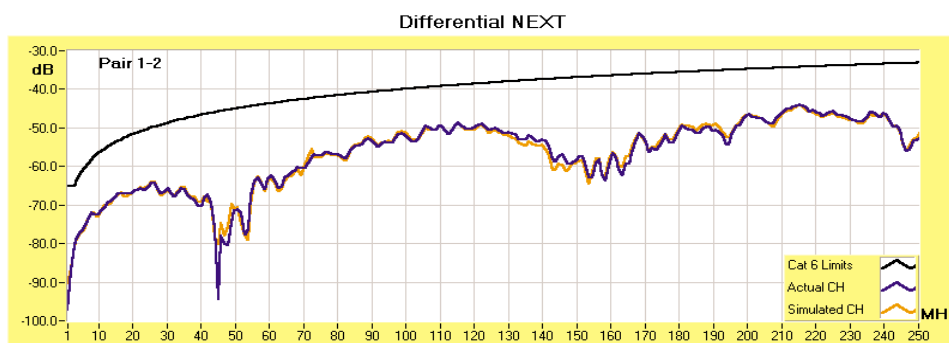


图 1

#### 3.1 系统设计和诊断工具

在实际情况下，很少有链接或信道会达到标准允许的最大距离。在大多数情况下，水平电缆的距离更短。有一种错误的假设，认为达到最大距离的链接或信道可以用来确定最差情况下的性能。该假设可能对接入损耗、ELFEXT 以及 PSELFEXT 是有效的。但却不适用于 NEXT、PSNEXT 以及回波损耗。短距离链接中的多个接头之间的互相作用开始出现，因为电缆衰减的强度可能不足以减弱接头引起的多重反射和耦合。如果连接硬件的设计较差，在这种情况下系统性能必定会退化。这种奇怪的现象通常被称作“短链接共振”。当组件满足所有标准组件要求，但仍然无法满足以水平配置安装的信道要求时，这标准中的缺口就会出现。这类信道故障是由于近距离的接头之间不平衡传输共振而造成的。以下图表（图 2-5）说明了 5e 类信道中不平衡接头造成的影响。

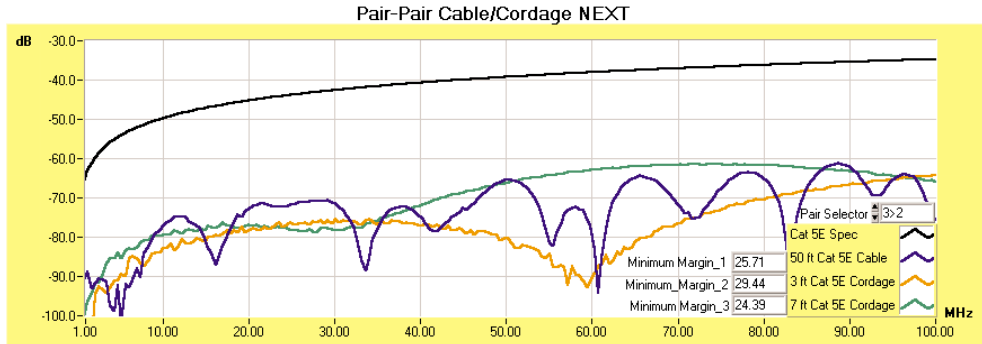


图 2

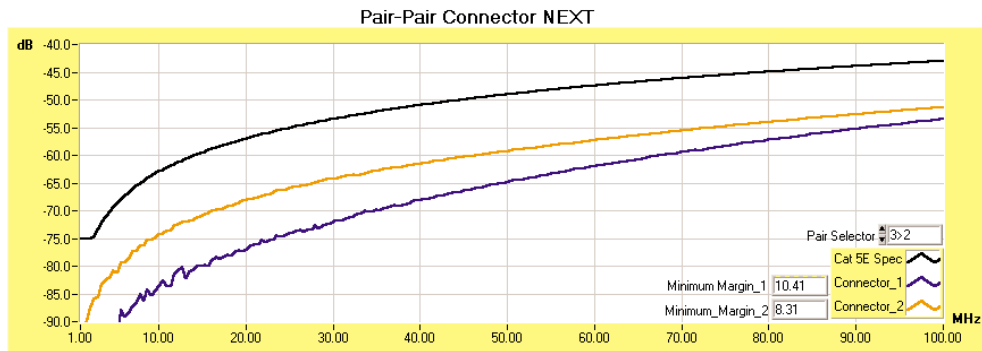


图 3

图 2 和图 3 显示的图表清晰地说明了这些独立的 5e 类组件满足相关组件线对组合 2-3 的规格，并具备足够的余量。然而，当这些组件构成一个信道时，线对 2-3 (绿色标记) 却无法满足图 4 中强调的 5e 类信道 NEXT 规格要求。

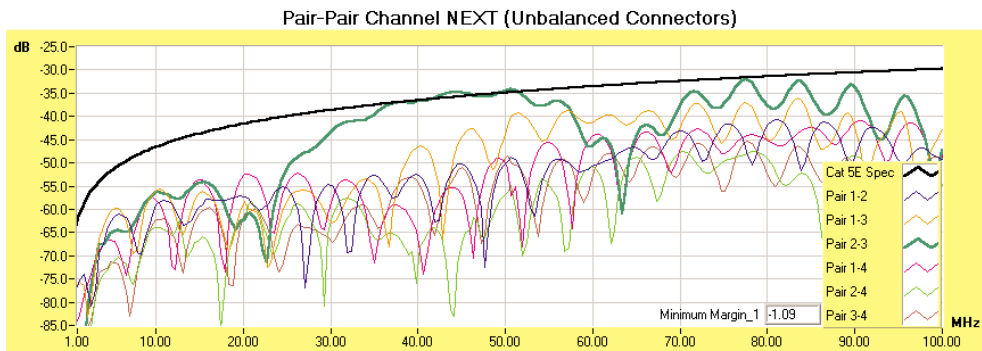


图 4

在整个交叉模态接合路径的深入研究中，发现了性能退化的根本原因。这些连接头的交叉模态转换过高。除了线对 2 和线对 3 之间的纯差分串音以外，产生了共模串音并转回差模信号并变为额外的差分串音，造成信道内严重的共振。

这种额外的耦合并未包含在最初的设计标准中，它仅在特定的条件下产生。图 5 显示的是带两个平衡优化连接头的重新模拟信道 NEXT。由于数据是以矩阵形式组织的，这些连接头的交叉模态可以方便的修改，就如同完全平衡一样。线对 2-3（绿色标记）上的共振消失。信道性能的差异非常显著。

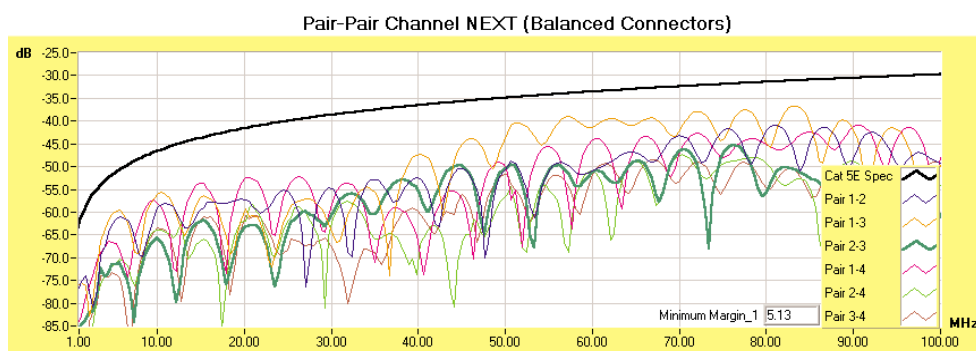


图 5

### 3.2 模态串行模拟器

当多个连接以特定距离近距离放置时将产生共振。唯一确保所有配置的方法是测试或模拟成千个可以预见的组合。SYSTIMAX SCS为 GigaSPEED XL 解决方案所作保证是源于所有能设想到的配置的延伸模态模拟。多个组件数据库是专为模态串行模拟以及成千个信道或链接配置模拟而建立的。

例如，所有连接硬件、电缆、线缆均从厂家随机挑选。必须确保这些组件挑选自不同生产商不同时期生产的产品。开发的一系列计算机模拟程序用于对不同串行链接和信道进行 Monte Carlo 试验。在较短时间内可以完成大量模拟 (>5000)。这种强大的模拟器允许 SYSTIMAX SCS 对链接和信道性能进行评估，其方法比布线行业采用的其他方式获得评估结论要精确得多。既不需要为试验建立大量的物理链接及信道，也不需要牺牲样品尺寸以适合空间大小。可以模拟任何包含大量链接及信道的大型安装。对链接和信道性能的预估将非常接近真实的统计。以下模拟程序中的片段解释了这一过程。

a) **链接配置器**—— 允许工程师选择特定配置。可以任意设置模拟数量。如图 6 所示，选择了一个 6-连接信道配置。组件从数据库中随机选择。为每个信道选择的特定组件被记录，以便自动排除重复的配置。当模态配置器中的模拟数字被设定（例如 2000），意味着 2000 条不同的信道将被模拟。

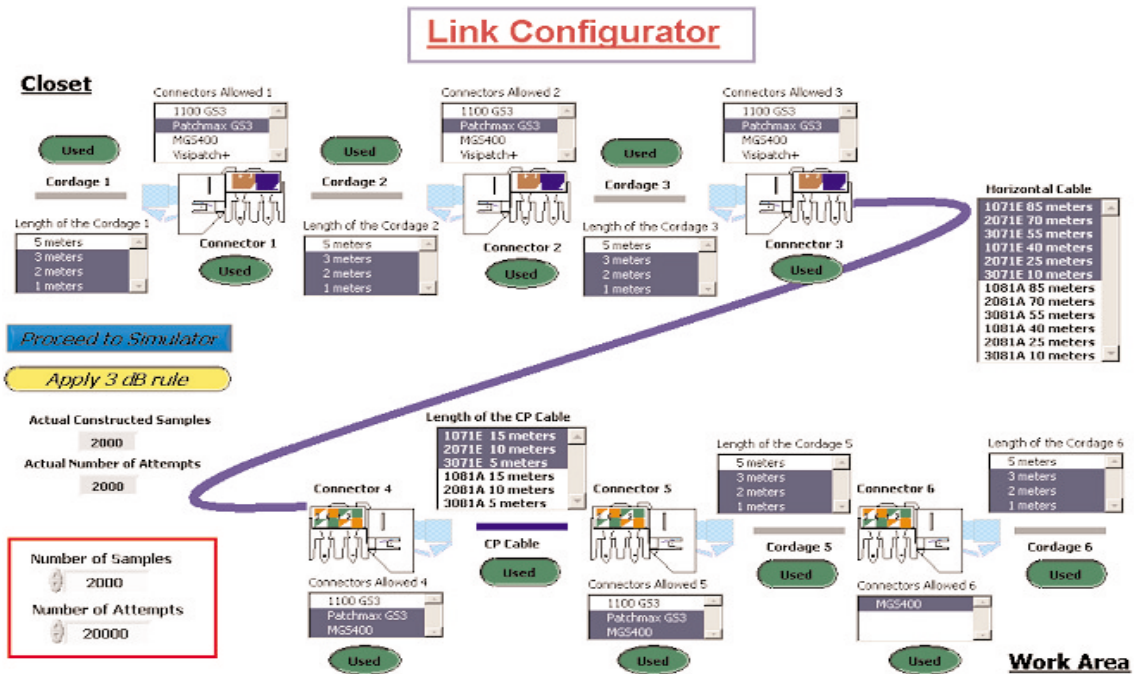


图 6

**b) 模态串行模拟器**—— 计算预设配置的信道或链接性能

每项试验参数和相应频率的最差情况余量被存储在数据库中。

图表中显示所有跟踪情况。每个试验参数的图表中所有最差情况跟踪均高亮，如图 7 所示。

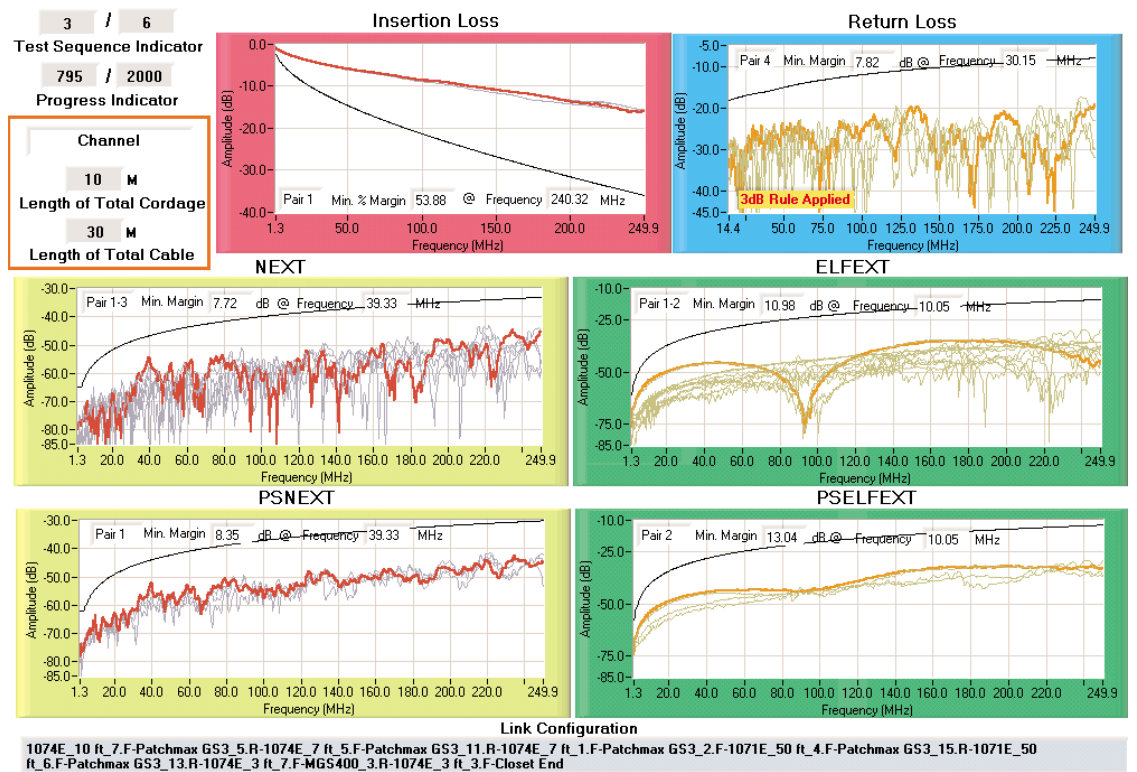


图 7

- c) **统计析器**——在模拟结果的基础上，得出累积分布以及概率密度函数。从这些统计中获得 SYSTIMAX GigaSPEED XL7/8 解决方案的保证声明。(图 8)

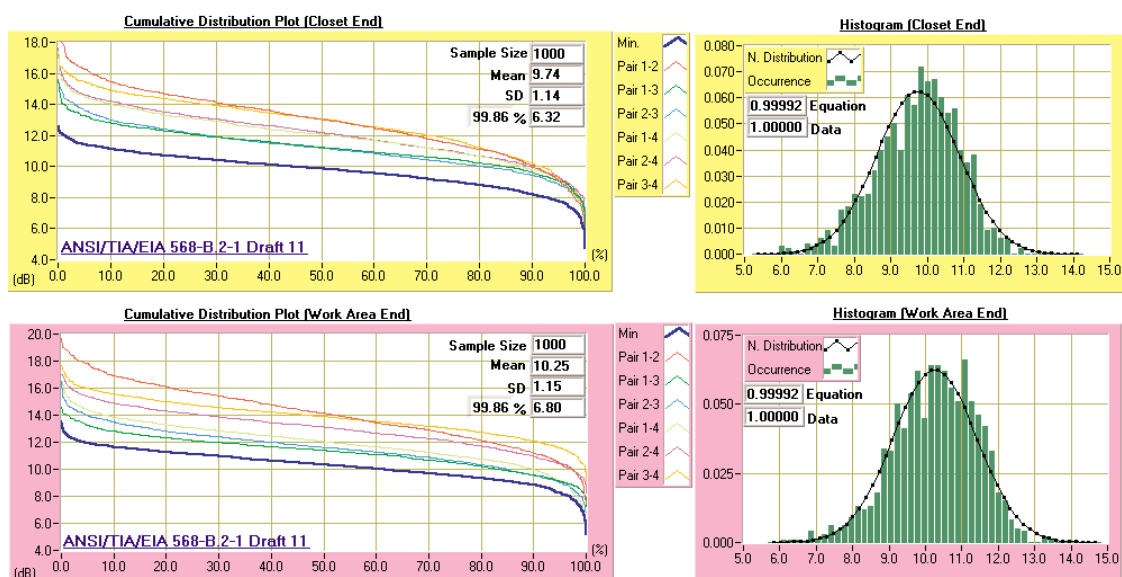


图 8

#### 4. 结论

保证可靠的信道性能并不是一件轻松的工作。组件之间的模式耦合可能在某些特定的配置中大幅度削减信道性能。对所有可能的配置进行物理试验是和符合实际的。SYSTIMAX 实验室开发了一种最终信道测试工具，可以精确地模拟所有可预见的信道配置。该工具有助于在早期的设计过程中识别模式耦合以及其他较弱的链接，以便进行修整调节。GigaSPEED XL7 和 XL8 解决方案的最终保证是建立在对数千模拟信道进行分析的基础上。通过这种全面的模态模拟，考虑了所有可设想的配置和耦合路径。您可以绝对放心，GigaSPEED XL7 和 XL8 信道是为可靠的网络布线而专门设计建立的。我们对它可以绝对保证，我们不会轻易做出此类保证！

# SYSTIMAX<sup>®</sup>

---

## SOLUTIONS

© 2004 CommScope, Inc.  
版权所有

请通过 [www.Systimax.com](http://www.Systimax.com) 访问我们的站点，或直接联系您当地的 SYSTIMAX 解决方案销售代表，或 SYSTIMAX 商业合作伙伴，以便了解更多信息。  
SYSTIMAX 解决方案的标记属 CommScope 公司所有。  
所有带® 或™ 的标记均为 CommScope 公司的注册商标或标记。

本文仅用于计划方案，并不涉及修改或补充任何于 SYSTIMAX 解决方案相关的说明书或质量证书。