



西蒙的**Z-MAX** 结构化布线解决方案：

为明日的网络彻底改造**RJ-45**

提到以太网接口，总是会让人想起耦合的模块化**RJ**型插头和插孔型连接器。自从有了结构化电信布线的概念后，这种接口在电信市场占据了主要位置。之前，从六十年代晚期开始，几乎每台售出的电话耳机上都有着这样的两对型连接器。毫无疑问，**RJ**型插头和插座接口的应用是非常普遍的，但是随着数据传输速度接近**10 Gb/s**，它们开始显得有些力不从心。而且，大多数制造商没有意识到这是一次创新的机会，而只是热衷于依赖陈旧的补偿电路对现有模块化插座的过时的外壳和接点设计进行精调细改，以克服人工端接的**RJ**型模块化插头连接器与生俱来的高频电气和机械上的缺陷。

作为一项革命性的举措，西蒙已彻底改变了**RJ**型模块化插头和插座的内在机能。获得专利的新技术从根本上消除了插头和插座端接的差异性、优化了耦合性能，并指定使用了完整的针对性矫正补偿电路，使连接装置具有前所未有的传输性能余量和机械可靠性。这些革命性的增强功能，融入了西蒙全新的**Z-MAX**系列扩展六类（**6A**）连接硬件和配线解决方案。

设计更好的连接器

今天的RJ型模块化连接器被要求在五年前还无法预见的条件下工作并提供性能余量。尤其是，此接口需要在最大500 MHz频率下表现出超低水平的内部（线对间）和外部（外来）串扰，支持PoE Plus应用中每线对最高600mA的电流，在各种环境条件下保持可靠和坚固的连接，同时还要使用环保材料制成。面对设计出超越这些要求的下一代扩展六类连接器的挑战，西蒙的工程师认为应该对RJ型模块化插头和插座进行一次彻底的改造。

西蒙确定了以下几个改进设计的关键：

电气：

1. 消除通常状态下与现场和工厂端接过程相关的高可变性
2. 确保模块化插头性能始终在模块化插座的“最佳点”内，以提供最佳的耦合性能
3. 定位线缆端接以摆脱线对分离和线对交叉
4. 应用精密的有限元传输模型技术，以优化输入和输出线缆连接之间每个点的幅值和相位
5. 电气隔离配线架和面板上相邻的连接器，使外来的串扰最小化并消除信道间可能的屏蔽连接

机械：

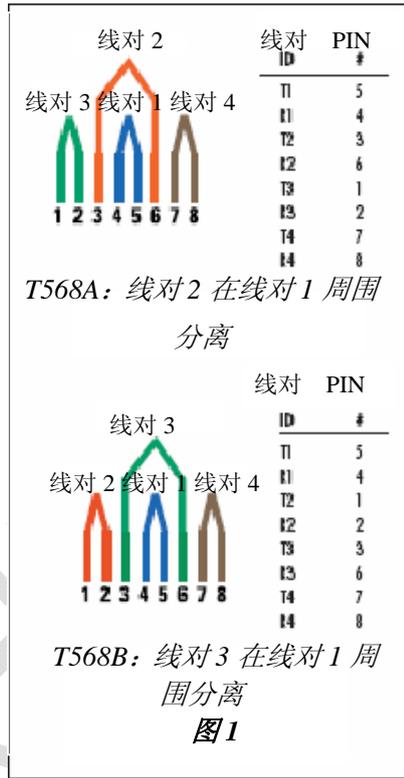
1. 优化触点形状和配置，使所有元件中的传输长度和中断最小化，并使相邻插座的引脚之间的距离最大化，以改善外来串扰性能
2. 消除不环保的生产材料，例如铍和铅
3. 减少触点插入应力并使插头/插座接口内的正常受力的变化最小化
4. 确保“先接触”/“后断开”的触点形状可以提供独立的电弧区域，并且与插头和插座触点上的耦合接口区域完全隔离，保证同时传输电力和数据时的最佳可靠性
5. 有一个适合铜缆布线连接的所有要求的模块化插座核心组件（例如，一体化平口/斜口，或 Keystone 和全色跳线）

电气增强

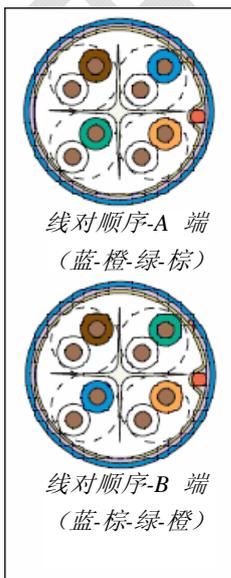
消除RJ-45模块化插头的多变性

双绞线依赖于精确的线对几何结构来确保正确的传输性能。根据其特性，线缆到模块的插头端接过程会破坏这种线对的几何结构并给最终的插头组件带来了较大的可变性。而且，用于数据传输的4线对T568A和T568B连线图规定，端接于插针3和6的线对应解开双绞并分离安装在端接于插针4和5的线对两侧（见图1）。这种常见的安装方法是模块化插头中串扰的一个主要来源。端接于插针3和6的线对通常被称为“分离线对”。

另外，线对朝向根据端接的线缆端不同有顺时针旋转或逆时针旋转（见图2），这一事实常常被忽视。为了适应“镜像”线对方向，在线缆的两端需要交叉一个不同的线对，以达到插针/线对连接的极性。因此，要使用相同的插头设计来获得线缆两端的端接之间的性能一致性，实际上是不可能的。



有人把模块化插头端接过程称为是一门艺术。或许这是因为该过程取决于操作人员的技术，在为端接准备线对时，操作人员可使解开双绞和线对干扰最小化。培训操作人员正确端接模块化跳线需要花费较长的时间。即使这样，成品跳线必须经过100%传输测试，以确保制作正确。在认识到传输性能取决于插头端接的质量和稳定性后，布线制造商们不再对超五类以上性能等级的现场制作跳线提供保证。若生产和测试过程中没有严格的流程控制，则无法保证性能。



由于模块化插头及其与线缆的端接对耦合性能如此关键，这是Z-MAX设计中的一个中心焦点。西蒙的工程师对现有的模块化插头技术进行了彻底改造，设计出了具有以下特点的Z-MAX插头：

1. 可向后兼容并能与现有的符合 TIA 和 IEC 要求的任何制造商的插座配合使用
2. 可消除与解开双绞和“分离线对”相关的多变性
3. 可消除线缆两端不同的颜色顺序带来的多变性
4. 完全符合行业标准，并始终符合 TIA 和 ISO/IEC 规定的性能范围，以提供最大匹配性能，同时保持与其它插座和性能类别的完全兼容

为了实现这些目标，西蒙战略性地在Z-MAX模块化插头中采用了专利的印刷电路板技术（见图3）。为消除与传统插头端接过程相关的多变性，使用了不同的印刷电路板（PCB）设计来和线缆两端的线缆放置和线对色序匹配。这种设计可优化性能并保持四个完整的线对一直延伸到端接点，而无需解开线对或将一个线对交叉叠放在另一个线对上。每根跳线用两个不同的插头端接，这两个插头有着截然不同的电路设计和连线方案，专门用于提供稳定的性能并确保与所有符合TIA和IEC要求的模块化插座的完全兼容和互操作性。



图3：Z-MAX 模块化插头基于 PCB 的设计

找到“最佳点”：

为了验证连接硬件的性能，TIA和IEC均规定了可接受的插头的近端串扰（NEXT损耗）、远端串扰（FEXT损耗）和回波损耗的范围。这些范围的规定使得高性能级别测试插头的性能范围相容于低性能级别。这种方法支持向后兼容性（例如，一个5e类插头配上一个六类的插座将提供不低于5e类的耦合性能）和不同制造商之间的互操作性。

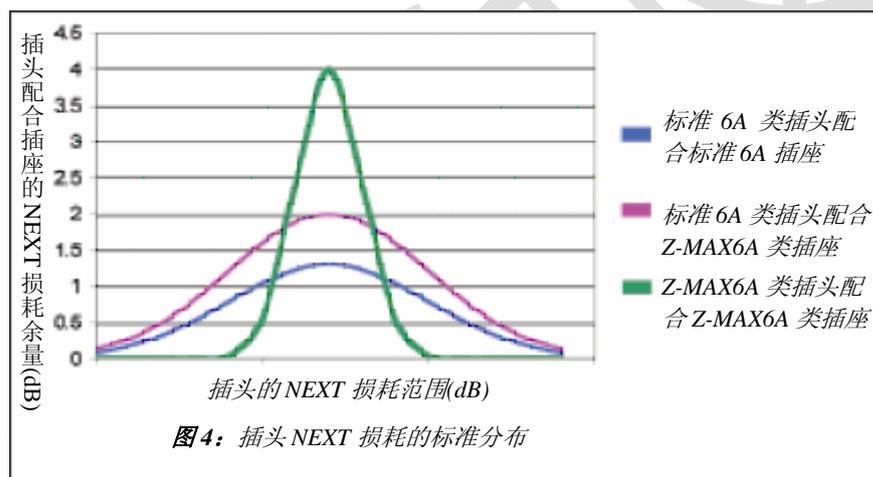


图4：插头NEXT损耗的标准分布

补偿电路是所有5e和更高类别模块化插座设计中的一个关键要素。其作用是应用电抗元件（例如电容和电感性原件）来抵消插头和插座接口所固有的串扰，以符合规定的性能指标。

历史上，RJ-45插座补偿电路被设计成适应尽可能大的端接插头的性能范围。这种方法可能造成相对较平的耦合响应，因为低串扰插头容易被插座电路过度补偿，而高串扰插头容易补偿不足。就像图4中显示的插头NEXT标准损耗分布蓝色曲线所表示的那样，这些典型的插座设计使得插头和插座配合时总是以非常小的性能余量来最低限度符合规范的要求。

专利的Z-MAX“含电路插头”设计可准确和稳定地提供可控的性能。西蒙的工程师们优化了Z-MAX插头，使其在测试插头范围的“最佳点”中工作，在该点，耦合插座性能可达到与图4中显示的绿色曲线所代表的与标准规定指标相比更充足的余量。Z-MAX模块化插头和插座解决方案所提供的余量非常有吸引力，因为它有助于确保整个布线系统在其生命周期中都将可靠和坚固耐用地工作。如布线环境经常变动时，余量尤其有利，它使布线系统更能承受现

场布线安装时可能的变数。在一个安装端口成百上千的网络中，哪怕只很小比例的链路有着临界的测试结果都可能需要耗费数百个小时和数千美元才能解决。

西蒙开创性的“含电路插头”的跳线设计有着极其精密的性能。值得注意的是，现场测试仪在其永久链路适配器跳线中也采用了该技术。而且，TIA和IEC的连接硬件测试方法均规定了测试插头结构中印刷电路的使用，以确保实验室中测量结果的重复性与再现性。

减少插座端接的可变性：

模块化插座使用绝缘位移连接器（IDC）与双绞线连接。IDC是可承受多次重新端接的坚固、气密连接。这些线路端接点也可以是多变性的一个原因，因其本身的结构导致安装者必须解开线对和/或交叉线对，造成不需要的和不可控的串扰。这种可变性将对插座性能产生不利影响，这和线缆端接对模块化插头的影响几乎相同。



图5：Z-MAX 零交叉™
端接模块

西蒙的工程师们设计了Z-MAX IDC端接区域来确保双绞的完整性被保持到端接处，同时消除了在线缆任一端让线对彼此交叉的需要。通过线性的线对放置方法，Z-MAX Zero-Cross™端接模块将对线对几何结构的干扰最小化（见图5）。在插座内，IDC引脚被准确地定位在一个使相邻插座之间的线对间距最大化并减少串扰的方向上（见图6）。这些特点确保了IDC端接的电气特性在不同插座之间保持一致，从而使Z-MAX补偿电路的效力最大化。

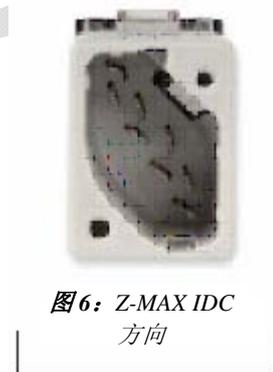


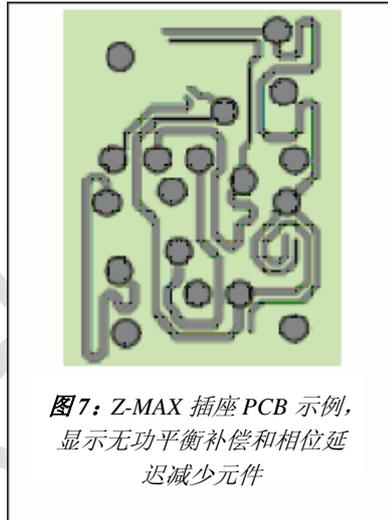
图6：Z-MAX IDC
方向

矫正的补偿电路：

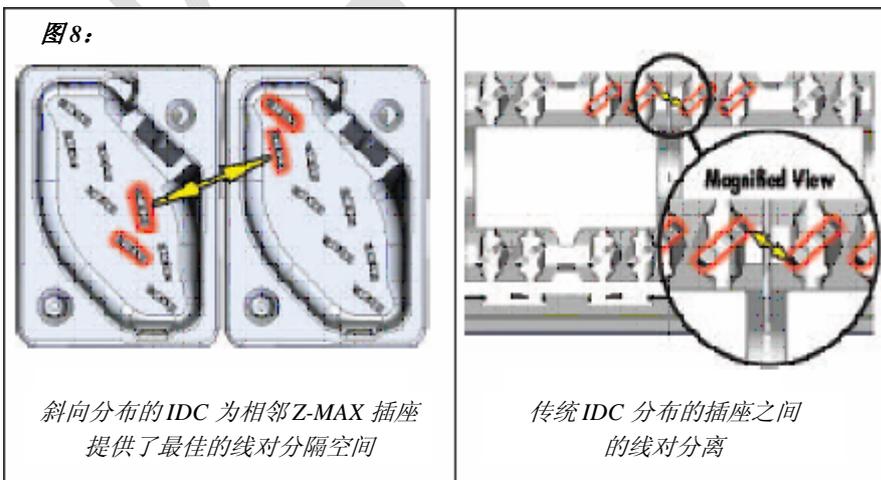
补偿电路的任务是抵消耦合插头-插座接口和线缆连接时所固有的串扰。工程师们已经开发出一些模型，表明由于传输的不连续性而造成的电容和电感的增加，为连接器引来了不必要的串扰。理论上，串扰可以通过再电路中增加同值反相的电容和电感来抵消。这种技术叫做“无功平衡”。但是，现实中，无功平衡的实施极其困难，因为：

1. 串扰电平可由于插头和IDC端接的可变性而明显波动
2. 补偿元件表现出非线性频率响应 – 需要极其小心，以确保在100MHz减小串扰的补偿电路不会在500MHz增加串扰
3. 四线对连接器的多维性使提高一个方面的性能而不降低另一方面的性能变得极其困难和复杂

通过矫正补偿设计，西蒙新的Z-MAX模块化插头和插座的IDC结构有效地消除了端接可变性的影响。通过稳定和可重复的插头和IDC性能，西蒙的工程师们得以设计出一个精密的有限元传输模式作为开发一个高度精确的补偿电路的基础。无功元件的数值和类型说明了电路每侧的连接特性，以及与其在连接器中的位置相关的时移。计算模型被用来优化这些元件的形状和位置，以解释所有8个线路（四个线对）和屏蔽层的双向互动。然后，西蒙采用了专利的电路技术将这些元件加入Z-MAX插座中。



Z-MAX插座中复杂电路的放大图揭示了加入无功元件和相位延迟的创新技术的多样化（见图7）。操控补偿电路中的幅值和相位的专利技术包括了对PCB印制线参数如长度、宽度和厚度等的精确控制。这些参数经过优化，可以保证整个Z-MAX插座有最低程度的反射和整体平衡性的提高。这些技术保证了非常精确和可重复的补偿电路，这对于西蒙Z-MAX插座能提供出色的性能非常重要。事实上，该设计不仅支持较大的Z-MAX系统余量，甚至还支持Z-MAX插座与图4中NEXT损耗分布粉红色曲线所示的标准6A类插头配合时增加的性能余量！



隔离：

屏蔽提供了对包括外来串扰在内的所有类型电磁干扰的有效隔离，但UTP布线和元件除了平衡外只能依赖于分离和隔离。斜向分布的IDC为相邻Z-MAX插座背部线对提



图9: Z-MAX 支持在1个RMS板上同时为UTP和屏蔽线提供24和48接口的接线板密度

供了最佳的分隔空间，以确保最大的外来串扰隔离（见图8）。由于该设计的出色效果，可以实现极高密度的端口配置（1U配线架上可容纳48个非屏蔽或屏蔽的端口—见图9）。

由于高密度是设计布线系统时一个主要考虑的因素，西蒙的工程师们还想要确保左右并排的部件不会有无意中对相邻插座构成屏蔽连接的风险。（这对屏蔽系统来说是一个特殊的优点，即使在非特意接地的安装位置也能保证插座间没有直接的耦合噪音）。为了满足这种要求，在Z-MAX核心和外框构造中使用了一种创新的不对称设计，以确保左右并排的屏蔽插座在安装时不会相互碰到。该设计方法可支持最高密度的端口配置。Z-MAX左右并排的插座之间的隔离被准确地控制，难以用肉眼看出，保证了屏蔽层之间的完全直流隔离。

前所未有的传输性能余量：

构成Z-MAX模块化插头和插座的独立元件具有稳定的插头性能、可重复和低串扰的IDC连接，以及最新技术的补偿电路。在信道和永久链路配置中，Z-MAX解决方案以前所未有的余量超越了6A类传输性能指标（见图10）。这些性能水平不能通过简单地调节某个独立的元件来实现；它们是对模块化插头和插座装置内的每个元件进行全面精细改造的结果。该系统还可满足长度小于15米的6A类和E_A级链路和信道的性能要求。

	Z-MAX (UTP)	Z-MAX (F/UTP)
嵌入损耗	3%	3%
NEXT 损耗	3dB	3dB
PSNEXT 损耗	3.5dB	3.5dB
ACR-F	7dB	7dB
PSACR-F	10dB	10dB
回波损耗	3dB	3dB
PSNEXT 损耗	1dB	10dB
PSAACR-F	1dB	5dB
ACR-N	6dB	6dB
PSACR-N	6.5dB	6.5dB

图10: Z-MAX 保证的通道余量 (1-500MHz)

机械增强

插座引脚触点：

模块化插座的引脚在耦合的插头插座连接的电气和可靠性性能中起着关键作用。历史上，模块化插座生产主要是考虑成本，而不是性能。通常，插座触点引脚的设计是适应与PCB相关的插座结构的，在插入不符合规范（例如6位）插头时会出现永久性变形。它们通常用铜铍合金制成，该材料具有良好的机械属性，但是不属于环保材料。虽然传统的模块化插座可能易于生产，但是它有着功能缺陷，例如，触点位置的多变性以及过多的触点移动，可造成不可靠的电气和耦合性能。



图11: Z-MAX 插座触点引脚

创新的Z-MAX插座引脚触点设计利用了短电气线路以及用环保材料和工艺制造出来的稳定、可重复的触点形状所带来的优势。实现这些能力的第一步就是找到一种可对各种斜度触点，包括不符合规格的插头，提供最佳有效正交力的材料。由于铜合金具有屈服应力与弹性系数的最佳比例，可确定弹性触点的工作范围，因此选择该合金以确保插座触点强度和耐久性之间的最佳平衡。Z-MAX触点采用了环保设计的电镀工艺流程（用于控制在初始和全耦合触点接触区等关键区域的触点属性），使用顺应针技术（通常称为“压配”或“针眼孔端子”）连接到PCB来代替焊接，消除插座组装过程中的有害材料如铜铍合金和铅等。

通过采用更容易适应各种斜度的插座触点的合金，西蒙的工程师们得以设计能够承受各种压接高度的模块化插头的引脚，保证与6位和8位模块化插头的互操作（见图11）。Z-MAX触点电气线路短，超出了大多数较高的使用寿命要求。材料的弹性还确保触点不会轻易变形或偏斜移位。在与插头完全耦合时，Z-MAX引脚定位准确，使相邻引脚之间的串扰耦合最小化。这样高度可靠和稳定的插座触点结构可确保插座中采用的补偿电路能够至少为2500次插拔提供最优性能保障。

触点清洁:

即使在最理想的环境中，插头和插座触点也可能被液体和固体尘埃污染。当Z-MAX模块化插头和插座耦合时，每个元件的引脚触点在最终耦合接触位置以外的区域相互抹擦。这种抹擦动作确保了每次插头插入后洁净、无污染的连接。Z-MAX触点设计还确保了当携带电力的线路（例如PoE或PoE Plus应用）连接或脱离模块化插座时，触点由于产生电弧而可能的损坏。这种电弧被限制在完全耦合的触点区以外预先确定的区域。

一体化模块配置:

开发一个新的连接硬件产品的难点在于如何满足客户对于性能稳定的产品各种各样的需求。为了克服这一障碍，西蒙的工程师们开发了一个Z-MAX全功能插座核心组件，可结合模块化外框使用，以适应最大范围的客户需要。例如，平口/斜口和keystone插座配置，以及颜色编码，可简单地通过相应的外框来实现（见图12）。非屏蔽的Z-MAX核心组件带有一个模塑的非导电性外壳，而屏蔽的Z-MAX核心组件则带有一个压铸的金属外壳。这种方法确保了整个产品系列可稳定工作，而生产工艺的可变性也减小到可能的最低程度。

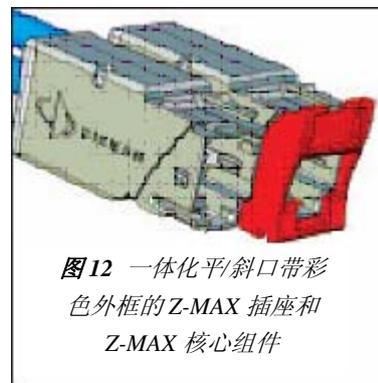


图12 一体化平/斜口带彩色外框的Z-MAX插座和Z-MAX核心组件

外框是一项重要的Z-MAX创新一体化设计，可在标准配线架或面板开口中进行平口或斜口安装（见图13）。屏蔽和非屏蔽插座均通过外框颜色选项和独立的印制标记提供彩色编码。紧凑的核心和外框设计让插座可以穿过面板开口，进行正面或背面安装。所有面板



图14: Z-MAX 插座
和Z-TOOL™ 端接设备

卡锁均为自带，也就是说，无需标记片或防尘门来将插座固定在面板上。连彩色的标识片也重新设计成显眼、易用和可循环使用。

快速端接：

在现场，更快的端接时间可转化为成本的节省，意味着网络基础设施可以更快地投入使用而且减少了故障排查的需求。根据数百位安装人员的反馈，西蒙Z-MAX被公认为端接时间“最快”的产品。

Z-MAX的许多特点在保持了线对的对称，并消除了线对分离和交叉的同时，也改善了端接时间，西蒙将Z-MAX插座的目标端接时间降低到1分钟之内。为了达到这一目标，Z-MAX插座采用了优化的工作流程，包括快速和可重复的线缆预备；单步骤线缆去应力和屏蔽端接；线性单轴向线对放置；以及新的Z-TOOL端接设备（见图14）。经过这样设计的Z-MAX端接时间，包括线缆预备步骤在内，非屏蔽插座已经减少到55秒之内，屏蔽插座也可以减少到60秒之内！



图13: Z-MAX 一体化直插/斜插的插座

总结

西蒙新的Z-MAX非屏蔽和屏蔽解决方案是现有的模块化RJ型插头和插座技术整体改造的巅峰，它与时俱进地彻底改变了6A类布线产业。

没有其它的连接硬件解决方案具有以下功能：

1. 基于PCB智能插头技术，可消除线对分离、交叉和端接的可变性。
2. 模块化跳线每端的独特插头设计和端接方案，可减小因线缆两端线序方向差异所造成的性能变化。
3. 跳线性能始终达到TIA和ISO测试插头规定范围的“最佳点”。
4. Zero-Cross™ IDC端接模块，可消除线对分离和线对交叉，同时保持最小程度的线对松绞，以消除多变性。
5. 复杂的幅值和相位补偿电路，可提供非常卓越的信道性能。
6. 插座隔离，可使外来串扰最小化，支持极高密度安装（一个1U配线架支持48个端口）。
7. 对于那些不是特意要接地的连接点提供信道间屏蔽隔离。
8. 环保材料和高度可靠的构造。
9. 可防止被带电的PoE和PoE Plus信道损坏。
10. 可在1分钟内进行非屏蔽和屏蔽端接。

欢迎加入 **Z-MAX** 引发的革命!

电子目录



Z-MAX™ 信息



网络
资源

请访问我们的网站了解更多关于
Z-MAX的信息、工具和资源：

- 视频说明
- 详细的电子目录资料和规格表
- 技术白皮书
- 技术简报

... 等等



视频说明

www.siemon.com.cn