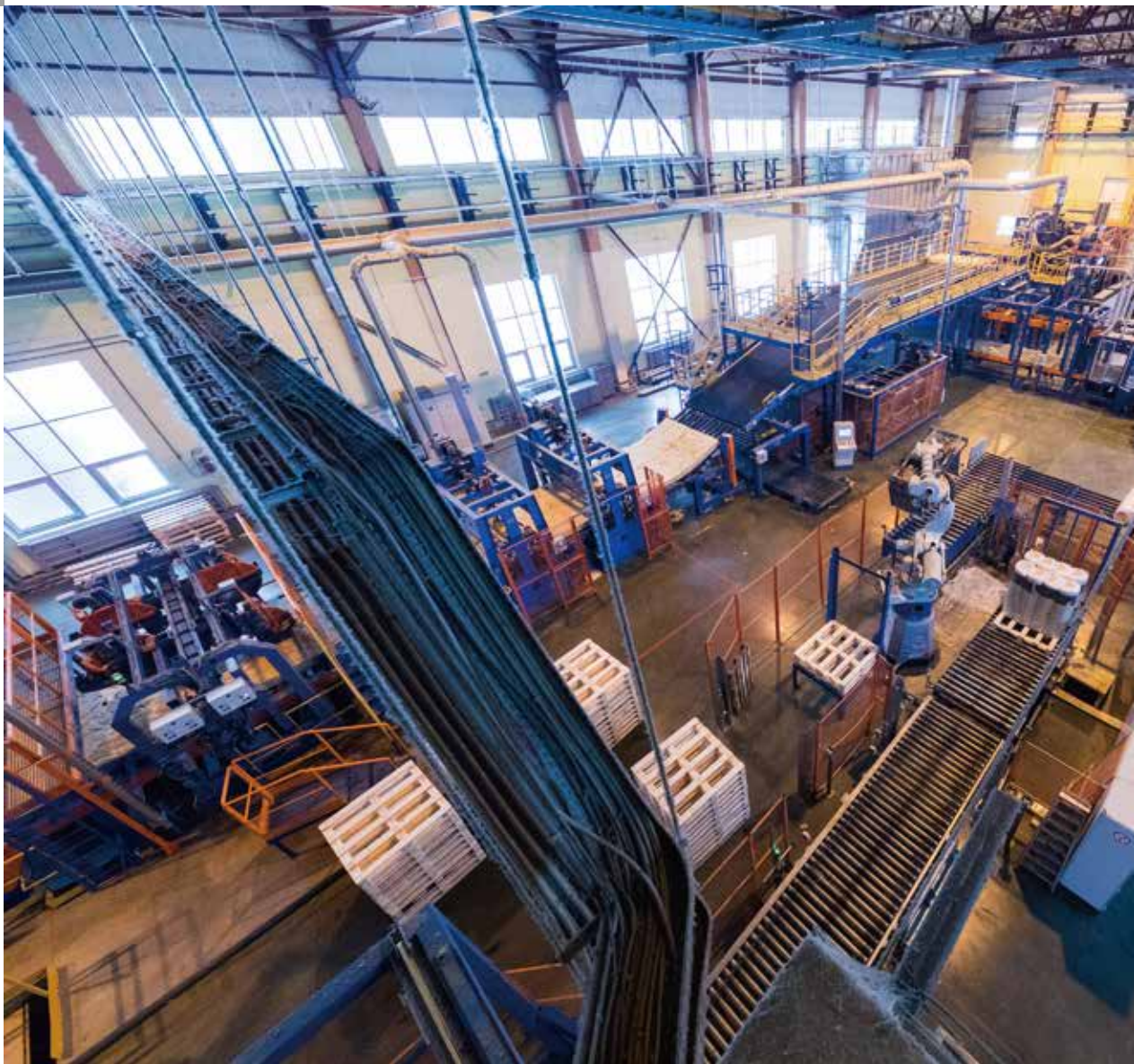




引言

当今发展最快的工业自动化技术基于以太网的物理层，可降低成本和简化互连。但是，工厂车间的独特性给以太网环境带来了新的挑战。凭借正确的知识和工具，安装人员、工程师和操作人员能够实现并充分利用该项技术所带来的好处。

最初由Xerox Palo Alto Research Center (PARC)于20世纪70年代开发的以太网已经发展成为世界上最常见的网络系统。在过去的数十年中，标准的巨大变化和扩展使得以太网能够处理各种各样的应用，而这些是最初开发人员始料未及的。

工业以太网就是其中的应用之一。厂商和标准化组织已经采用以太网的底层物理层来创建各种技术，例如PROFINET、Ethernet/IP (工业协议)、EtherCAT和Modbus-TCP，优化用于工业自动化领域。

布线标准和连接器

所有工业以太网应用都被设计为采用双绞线铜缆或光纤布线，与“常规”以太网中使用的线缆类似，并针对工厂环境进行一定的改动。国际标准组织(ISO)和美国电信产业协会(TIA)制定了一套规范来定义工业场所的潜在环境条件。这就是所谓的机械、侵入、气候/化学、电磁(MICE)规范。MICE等级表示不同程度的环境条件，其中MICE 1表示典型办公环境，MICE 2为较恶劣的环境，MICE 3表示重工业环境。

为满足这些要求，厂商们开发了专用的布线和连接器。其中包括遭受碾压、加热、浸没或暴露于腐蚀性化学品时能够正常工作的布线。大多数情况下，这会影响对电缆外部护套的要求，但无论是MICE 1还是MICE 3，电气特性仍然相同。然而，一项值得注意的差异是电磁特性，其中对E1、E2和E3等级的横向转换损耗(TCL)提出了具体要求。该规范测量电缆抵抗外部电信号干扰的能力，例如焊机、变速驱动器和高压电源产生的电信号。

由于连接器会成为信号电缆入口，所以受到特别检测。一种方法是将标准8针模块式连接器(RJ-45)装入密封的螺纹型插座之中。

该种连接器的优势是能够兼容大多数“常规”以太网装置和布线。“M12”连接器开发用于更苛刻的冲击和振动应用，具有小尺寸圆形锁紧螺口式连接器，可以是两对(M12-D)或四对(M12-X)。常见的工业布线配置中，电缆一端为模块式8针连接器，另一端为M12连接器。



End to End
Class E 2-Conn E1 11801-9902
Class E 2-Conn E2 11801-9902
Class E 2-Conn E3 11801-9902
Class E 3-Conn E1 11801-9902
Class E 3-Conn E2 11801-9902
Class E 3-Conn E3 11801-9902
Class E 4-Conn E1 11801-9902
Class E 4-Conn E2 11801-9902

DSX CableAnalyzerTM屏幕显示不同端对端电缆配置的测试限值，包括E1、E2和E3限值。

布线问题

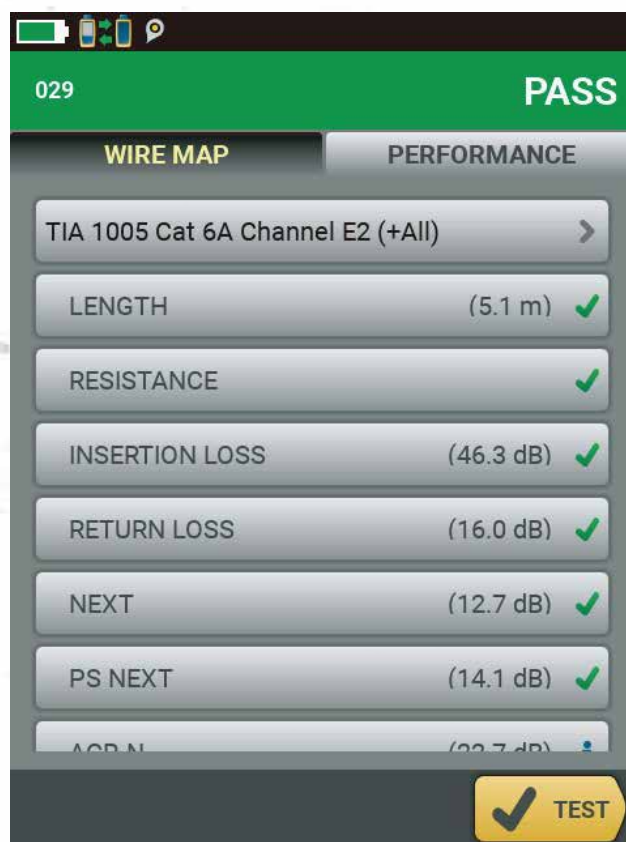
一半以上工业以太网问题的根源在于布线。其中有些问题在初始运行阶段就已经显现出来，而有些问题不影响连接性能，可以正常工作，但发生环境变化后会造成通信故障。以太网是一种可靠的技术，即使在临界环境下也能够继续通信。但环境的变化可能会造成通信问题，甚至线路彻底失效。以下为最常见的布线问题：

连通性：布线的最基本要求是，一端的引脚连接到另一端的正确引脚。布线中的任何接线错误或开路都将造成严重通信故障。不太容易理解的一种接线错误就是所谓的“串扰线”连接法，此时引脚都连接到另一端的相应引脚，但电缆双绞配对不正确。这会造成间歇性的或严重的故障。

长度：一般而言，以太网电缆的长度限制在100米。太长的电缆会造成两个方面的问题。其一，信号沿电缆传输时强度变弱。如果电缆太长，信号可能太弱，致使不能被远端正确接收；第二，以太网的设计具有特定的响应时间要求，电缆太长造成的延时会影响时序。无论哪种错误，都会造成严重故障或间歇性问题。例如，由于电缆损耗随温度升高而增大，太长的电缆在较低温度时的传输性能或许能够接受，但在较高温度时则失效。

串扰：这是衡量一根电缆中线对之间电磁干扰的指标。例如，“发送”线对上传输的信号可能会对“接收”线对产生干扰。发送器可能将这种干扰当作输入信号并停止发送。这同样也会造成严重或间歇性故障。随着信号频率升高，串扰也会增大，使其成为网络电缆最优性能的决定因素。

屏蔽完整性：许多工业以太网电缆采用屏蔽层，一般是金属箔，在电缆外部护套之内将各线对包裹起来。该屏蔽层的目的是降低外部电磁干扰(EMI)的影响，这些干扰可能来自于电缆附近的高压或高电流装置。EMI会造成电缆上传输错误，导致速率降低甚至完全失效。这种故障只有在干扰大到足以超过信号平衡时才会发生，例如附近的电机启动或使用焊接工具时，因此非常难以诊断。为使屏蔽有效工作，电缆在整个通路内都保持屏蔽至关重要。即使屏蔽层上的单个断点也会大幅降低其性能，因此，对屏蔽的测试必须能够确保电缆的整个通路都被屏蔽。由于屏蔽层一般都接地，所以尤其难以测量。如果屏蔽层在两端都接地，简单的直流测量不能确定其是否连续（可能存在经机架地达成直流连通的“虚接地”现象）。



DSX CableAnalyzer屏幕显示合格测试结果，TIA 1005 CAT 6A链路，E2限值。



DSX CableAnalyzer显示不合格的E3等级测试结果。请注意是TCL不合格。

横向转换损耗(TCL)：这是衡量电缆“平衡”性的指标——在线对的两根线上传输相等信号的能力。双绞线电缆通过同一线对中两根线上大小相等、相位相反的差分信号，实现高水平的抗扰性。如果造成这两根线上的信号大小不相等，外部噪声就会干扰信号，使其失真到不会被接收装置正确识别。如上所述，EMI问题可能会非常难以隔离和解决。为解决这一问题，标准化组织制定了对MICE E1、E2和E3环境下布线的TCL要求

值得注意的是，使用经过制造商认证、满足以上所要求的电缆和连接器，对于确保无错误工作至关重要。但是，有时候即使最好的厂商也会生产出不符合指标的产品。而更常见的情况则是不适当的安装技术可能会将顶级质量的一套组件变成性能极差的链路。

电缆测试确保更长的正常运行时间

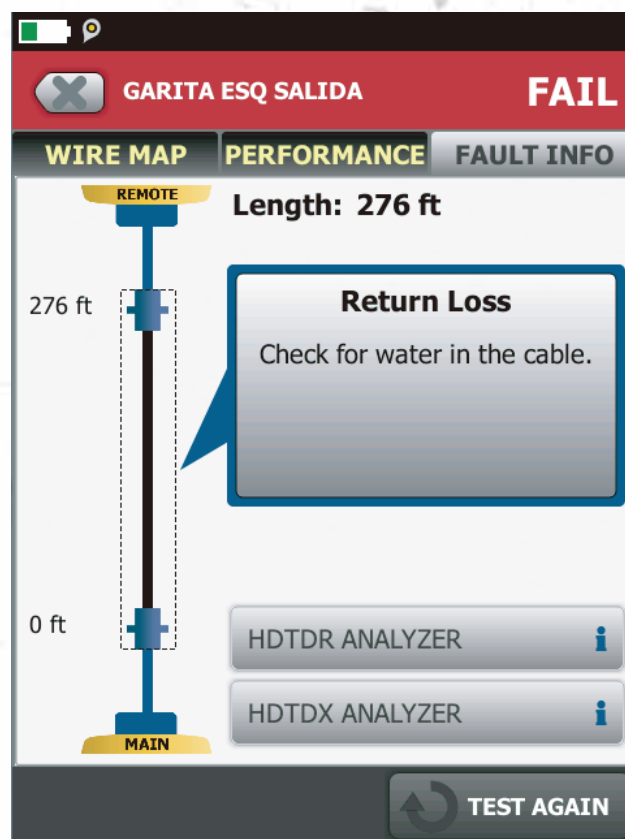
如果配备有适当电缆测试工具并且了解该工具的基本使用方法，则能够利用它来提高正常运行时间，这主要体现在以下三个方面：

更快投入运行：连接电缆之前测量上述参数是保证其满足规范且能够正常工作的唯一途径。

防止计划外停工：电缆在初始运行阶段能够正常传输数据，并不意味着保证其在所有环境下仍然能继续工作。安装之后的环境变化可能会引发故障。因此，定期测试电缆的上述参数是否合格通过，可避免之后因环境变化引发的电缆故障。

更快解决问题：即使经过测试的电缆，意外切割、拉拔、熔接等粗暴对待行为也会引起故障。在发生网络故障时，如果能够快速诊断布线问题，就可以节约大量时间。与花费几个小时更换可疑电缆相比，几秒钟的测试即可验证电缆是否良好，节省时间，可将精力集中在其他工作上。如果电缆有问题，测试仪的诊断功能就可以查明故障。例如，如果知道故障原因是远端连接器，只需花费几分钟更换损坏的连接器，而不是花费数小时重新布置整根电缆。

总之，在安装时测试电缆可以加快初始运行过程且预防将来问题。而在发生故障时，利用电缆测试仪则能够节省数小时的故障诊断和停工时间。



DSX CableAnalyzer能够发现各种各样的布线故障，并用清晰易懂的方式进行显示。

工业以太网电缆测试工具

电缆测试工具可分为两类：部署前测试仪和故障诊断测试仪。

部署前(认证)测试仪：该类工具能够测试上述的所有布线参数，包括串扰、屏蔽完整性和TCL。DSX CableAnalyzer系列是唯一能够测量包括布线通路屏蔽完整性在内的全部参数的电缆测试仪。测试仪能够给出“合格”或“不合格”结果，以及生成报告，可供存档。在启动之前利用认证工具进行测试，是确定电缆是否满足以上所述规范的唯一途径，也是预防电缆问题的最佳途径。这些工具亦可用于故障诊断，不但能够定位电缆断点，而且能够诊断更加困难的问题，例如电缆中的水分或不符合规范要求的连接器。

故障诊断工具：这些工具可验证布线连接是否正确(包括串扰线测试)，可测量电缆长度以及识别电缆断点的位置。即使电缆不是问题所在，也可以通过排除电缆嫌疑，使团队能够专注于真正的问题，从而节省大量时间。

故障诊断工具的低成本使其能够在任何设施中普及，避免了租赁所浪费的时间或发生故障时寻求维护工作的外包方来协助。解决一次网络故障所节约的时间，足以摊销其成本。



	MicroScanner™ PoE	CableIQ™	DSX 系列
主要应用	故障诊断和排除	故障诊断和排除	安装、故障诊断
连通性	√	√	√
长度	√	√	√
串扰			√
屏蔽完整性			√
TCL			√
文档化		√	√
故障查找	基本	基本	高级
M12支持	可选	可选	标准

联系我们
400-810-3435

www.flukenetworks.com.cn

福禄克网络

福禄克网络_北京
北京市朝阳区建国门外大街22号赛特大厦20层
福禄克网络_上海
上海市长宁区福泉北路518号9座3楼
福禄克网络_成都
成都市锦江区创意产业商务区三色路38号，博瑞·创意成都写字楼B座16F-05/06单元
福禄克网络_沈阳
沈阳市和平区和平北大街69号总统大厦A座808室
电话：400 - 810 - 3435
010 - 5735 1446
传真：010 - 6512 3435
邮箱：china-marketing@flukenetworks.com

关注我们的微信

