

准，所有 PoE 设备都需要满足某些隔离要求。此外，应根据 FCC 和欧洲 EN 法规的规定考虑 EMI 限制。

2. PoE 最佳实践

建议分层地平面。如果可能，将连接器 / 分立模块接地引脚连接到壳体 / 模拟地。

保持 PHY 到连接器 / 分立模块的信号走线尽可能短。如果走线超过 3-4 英寸，请密切注意线路阻抗不平衡。

建议使用 Bob Smith 端接 (BST - 75Ω 电阻和高压电容到机壳接地) 来终止电缆侧中心抽头，以获得最佳 EMI 性能 (包含在大多数连接器解决方案中)。有关进一步的布局注意事项，请参阅 PHY 制造商的应用说明。

为了在 NEMA FR-4 多层 PCB 的两个相邻层之间保持 1500Vrms 隔离，建议隔离厚度至少为 15 密耳。这为 hi-pot 要求提供了安全余量。

布线地线和电源信号线时要特别小心。

3. PoE 应用电路

图 10 和 图 11 显示了 100BASE-TX，以及 1000BASE-T、2.5GBASE-T、5GBASE-T 和 10GBASE-T PoE 应用。

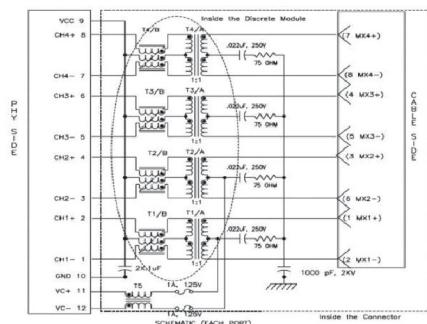


图 10. 100BASE-TX PoE 应用电路

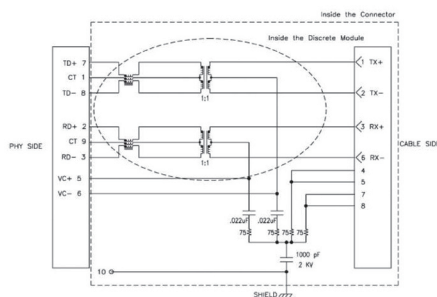


图 11. 1000BASE-T、2.5GBASE-T、5GBASE-T 和 10GBASE-T PoE 应用电路

人体工程学设计 使连接器组装更安全更高效

TE 家电应用工程师 David Erickson

适当的工作场所和连接器设计可减少工人压力并提高产品可靠性。

连接器组件是设备制造中的关键功能。许多连接器用于洗衣机、干衣机、冰箱、烤箱和空调系统的电源和控制电路。近年来，连接器组装的任务变得更加复杂。这是因为用于制造更智能设备的先进传感器、控制和通信 / 网络功能也需要更多不同类型的连接器。虽然机器人和自动化可用于某些连接器组装任务，但许多连接器仍然是手工组装的。主动识别影响工人绩效的人体工程学问题有助于减少人为错误，同时还可提高工作场所的效率和安全性。通

过专注于人体工程学——优化工作环境的设计和布置的科学——制造商可以发现问题区域，实施最佳实践，并选择合适的连接器设计。目标是减少工厂中的人为错误和现场的产品维修。

专注于连接器组件的人体工程学

在配对两个连接器的组装过程中，当工人进行数小时

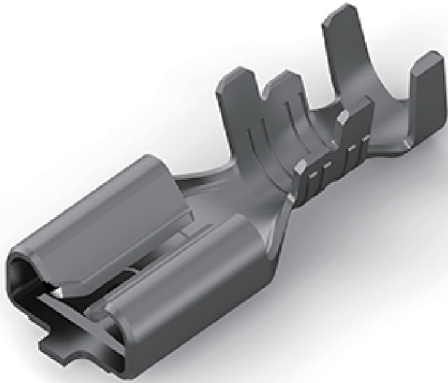


图 1. 低插入力 FASTON 插座端子 (TE Connectivity 提供)

的重复动作时，工人往往会犯错误。这些重复的动作可能会导致腕管综合症 (CTS)、肌肉紧张和其他影响工人生产力、士气和健康的身体伤害。

连接器在制造工作空间中组装时出现的主要挑战包括：

- ◎ 不恰当的工作空间导致重复性劳损；
- ◎ 不正确配合的连接器导致生产线和现场故障；
- ◎ 某些连接器需要较高的插入力，导致生产线工人受伤，连接器未完全配合，且门锁未完全啮合。

生产线故障和高员工流动率直接影响公司的底线并中断生产车间的流动。现场故障会使销售经理与客户品牌声誉的关系变得紧张，并间接地降低未来的收入。

预防是应对这些挑战的关键，可以通过专注于使用符合人体工程学的连接器设计和创建更符合人体工程学的工作空间来实现。

创建更符合人体工程学的工作空间

今天的制造商面临着解决重复动作和强有力的手动装配工作的挑战。这是人体工程学可以发挥关键作用的地方。

通过调整任务，工作站和设备以适应工人，人体工程学旨在减少对工人身体的身体压力，并最大限度地减少或消除严重的与工作相关的肌肉骨骼疾病 (MSD)。应采用特定的方法来调整工作场所，以满足员工的人体工程学需求，其中可能包括以下步骤：

第 1 步：评估操作员的任务和风险因素。

理解并记录操作员执行的任务序列可以识别相关的人体工程学风险。例如，连接器组装者需要使用他的手腕和手指施加力以将母连接器和公连接器压在一起。插入和锁定连接器的重复运动可能导致 CTS。

Factor	Risk
Static posture	Specific assembly posture that a worker maintains for longer periods of time can reduce blood flow and impact muscles.
Quick motions	Quick movements can increase the amount of impact force applied to the body.
Finger / Hand Compression	Grasping sharp pinch points on a connector assembly for mating and assembly that concentrate force on small areas can result in potential tendon and or muscle damage.
Recovery between tasks	Inadequate recovery time can drive operator fatigue and increase assembly times overall.
Mating force	High mating force can cause a variety of injuries, for example carpal tunnel syndrome.
Repeat of similar movements	Continued repetition of similar movements can aid in tendon issues and high nerve pressure.
Posture	Positions that stretch physical limits can compress nerves and irritate tendons.

图 2. 与连接器组装相关的风险因素示例

第 2 步：使用工作区重新设计，流程 / 工具改进，政策变更和个人配件来降低风险。

评估每项任务并将其相关的风险和补救措施分配到四个相关类别：工作区重新设计，流程 / 工具改进，政策变更和个人配件 (图 3)。

应记录适当的补救措施并明确沟通。应通过频繁的培训和教育来加强行为改变。制定培训和沟通计划有助于确保工人接受有关减少紧张或受伤风险的方法的教育。

Category	Examples
Workspace redesign	Change workstation layout, the location of connector bins
Process/tool improvement	Change tool design, assembly sequence
Policy change	Adjust work practices and policies, revise safety manuals and employee rest breaks, implement job rotation and training
Personal accessories	Wrist supports, back belts, safety glasses, etc.

图 3. 要检查人体工程学改进的区域类别

第 3 步：使用工作区设计原则评估您的工作区。

对于每项任务，工作区设置都至关重要。在设计工作空间时考虑一系列元素很重要。

对于工作空间设计，了解“主要到达区域”对于确保最有效地处理工作至关重要。这些区域是垂直和水平区域，工人可以通过最小的手臂、头部或躯干动作到达。理想的人体工程学解决方案是将所有连接器保持在主要到达区域内。此外，为了最大限度地减少就座员工的压力，应调整工作站高度以支持特定任务。

Item	Benefit
Adjustable Work Station	Allow for proper fit and adjustments throughout the work day
Material access and overall work cell size	Sufficient work cell design to reduce twisting and turning
Static loads, fixed work postures	Avoid long periods of standing, extending, tilting
Chairs	Adequate adjustments to support - Seat height, back rest, lumbar support, overall cushion for comfort
Alternate standing vs sitting	Improve work comfort to reduce fatigue
Gravity feed for materials	Avoid lifting by using gravity feed mechanisms
Lighting	Adequate and allow for focus lighting in critical assembly process locations
Simple controls	Ensure they are easy to read, reach, and operate.
Environmental conditions	Minimize noise, heat, humidity, cold

图 4. 改进工作站设计的建议

符合人体工程学的连接器

设计连接器既是艺术又是科学。连接器设计工程师需要针对机械和电子需求、可靠性要求和空间限制进行设计。他们还需要通过提供直观和微妙的“提醒”来考虑人为因素，以确保连接器正确连接。

当工人花费数小时组装连接器时会出现许多常见问题，一些麻烦点很明显；其他麻烦很容易被忽视。连接器在制造工作空间中组装时出现的关键问题包括：

生产线工人

问题：连接器需要正确插拔力大大影响工人的压力和生产率。当较低的磅力可用于创建正常接触时，工作人员的任务可能变得更容易。插入力是摩擦系数、耐磨性和其他机械变量的一个因素。连接器设计和材料在减少摩擦方面起着关键作用。例如，用于低插入力（LIF）的镀锡黄铜插座端子平均需要 6 磅（27 牛顿）的力，这比非 LIF 设计所需的 10 到 15 磅的力低 40% 到 60%。对于点对点电源连接器，LIF 设计需要每个触点仅 1.5 磅的最大插入力。当然，当涉及 10 到 12 个触点时，力会增加 18 磅或更多的力来进行连接器插拔。高峰值插入力会引发许多问题，例如 CTS，最近的连接器设计解决方案解决了这些问题。

解决方案：今天的设备制造商可以采用先进的连接器设计，改进几十年来没有改变的标准连接器。当由于更复杂的设备中的更多信号和电源线而遇到更高的连接器数量时，工作人员可以从 LIF 终端和 / 或连接器和终端中受益。在许多情况下，与将润滑剂应用于端子以减少插拔力相比，值得研究 LIF 连接器设计带来的好处。

较新的设计提供的好处可能包括：

◎ 在连接器插拔过程中采用足够和安全的推动力来实现杠杆作用；

◎ 在连接器接合时发出声音“咔哒”声和触觉反馈，使生产工人知道何时停止施加力；

◎ 提供可视键以避免将连接器以错误的方向卡在一起，例如外壳上的圆形边缘和连接器的引入，以进一步减少组装问题。

分包商

问题：设备制造商通常使用分包商来制造将电缆或线路组装成捆的线束。电线的末端预先安装了所需的端子或连接器外壳，以节省安装时间。分包商负责正确压接各个端子并将其插入壳体中。可能会遇到几个人体工程学问题，例如重复的应变损伤和未完全固定在连接器外壳中的端子的退出。

解决方案：在某些情况下，自动线束装配工具可用于处理制线问题。但是，必须依赖手动操作的制造商可以通过以下方式优化工作区：

◎ 咨询连接器供应商，创建一个板材系统，其材料和配件以方便、符合人体工程学的布局排列；

◎ 在可行的情况下简化和减少压接次数；

◎ 避免可能导致导线卡住的尖锐边缘，并使用带有保护肋的连接器，以防止导线缠绕和门锁断裂；

◎ 使用正确的工具。

返工

问题：最大化每个连接的可靠性需要适当的接触座、接触保持和位置。否则，触点和 / 或连接器可能在运输过程中松动或运行中振动。连接器可靠性问题通常是工人错误的结果，其可能包括在外壳中不正确地插入触点。

解决方案：选择有助于防止工人错误的连接器设计可以减少工厂的返工和现场维修工作。有益的连接器功能包括：

◎ 提供连接器和端子极化，使工人只能在一个方向上进行插拔和组装；

◎ 在相同位置尺寸的多个连接器配合可能造成混淆的情况下，提供键控选项和多种连接器颜色选项；

◎ 提供听觉和触觉感觉，让装配工知道连接器半部

已经完全配合；和/或使用端子位置保证（TPA）装置来改善端子在连接器壳体中的对准，这导致端子短路的可能性更小以及减少插拔力。

基于经验的最佳实践

经验丰富的连接器供应商不仅可以提高连接器性能，还可以提升人体潜力。供应商可提供符合线束制造商协会（WHMA）IPC / WHMA-A-620 标准的工人培训。他们还可以提供有关最佳实践的见解，这些最佳实践可以帮助最大限度地减少人为错误。■

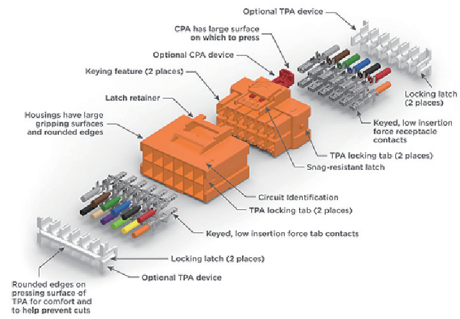


图 5. 15pin 位连接器设计的剖析：采用极化、终端位置保证（TPA）和平板，以及低插拔力插座接触设计（TE Connectivity 提供）

扩展 USB 3.0 连接器和电缆的极限

Omnetics 连接器公司信号完整性工程师 Ryan Satrom

了解 USB 3.0 对于连接器和电缆制造商在这个新的快节奏世界中茁壮成长至关重要。

USB 3.0 标准是在 2008 年推出的。这种新技术有早期的适配器，但它已经花了几十年才变得无处不在。USB 3.0 在首次发布后大约十年，它仍然是当前电子产品的关键参与者。

随着这项技术的进步，电缆组件也相应地得到了改进，以满足新的和具有挑战性的应用的要求。虽然最初的 USB 3.0 产品通常远低于 5 Gbps 规格，但许多较新的产品都试图利用这一最大数据速率，有时使用长达 5 米的电缆。更高数据速率和增加的电缆长度的组合需要电缆组件的最大性能。

机械要求也受到挑战。虽然 USB 是专为商业环境设计的，但军事和航空航天等新兴行业正在寻求实施这项技术。这需要坚固的连接器设计，重量轻、防尘防水（IP67 / IP68），并能在冲击和振动应力下成功运行，同时提供 1,000 多个插入 / 拔出周期。

这些挑战需要精心设计的连接器和电缆。在本文中，我们将介绍 USB 3.0，然后介绍连接器和电缆制造商必须考虑的一些技术挑战，以便在这个新世界中茁壮成长。



规格和连接器类型

在一年的时间内，USB 组织发布了两种不同的规格：USB 3.1 和 USB Type C。“USB 3.1”和“Type C”有时可以互换使用，但实际上这两个是两个独立的文件：USB 3.1 主要定义 USB 3.1 功能和信号的电气要求；而 Type C 规范主要定义新 Type C 接口的连接器要求。