

白皮书

漆包线连接的发展趋势

漆包线连接的发展趋势

漆包线被广泛应用于电机、变压器、电感器、发电机、电磁铁、线圈等工作场合的绕组线。TE Connectivity (TE) 为漆包线连接提供广泛的解决方案，在降低成本和提高质量方面具有显著的优势。

聆听业界声音

在过去，通常需要的漆包线直径范围为0.2-2.0mm【AWG12-32】，但现如今，市场上需要更细的（直径小于0.18mm，AWG33）和更粗的（直径大于3.0mm，AWG9）漆包线。

更细的漆包线可帮助用户降低成本，满足更加紧凑的设计需求。因此，不仅是漆包线，而是整个连接系统都必须采用更小的尺寸，以适应空间狭窄的区域。

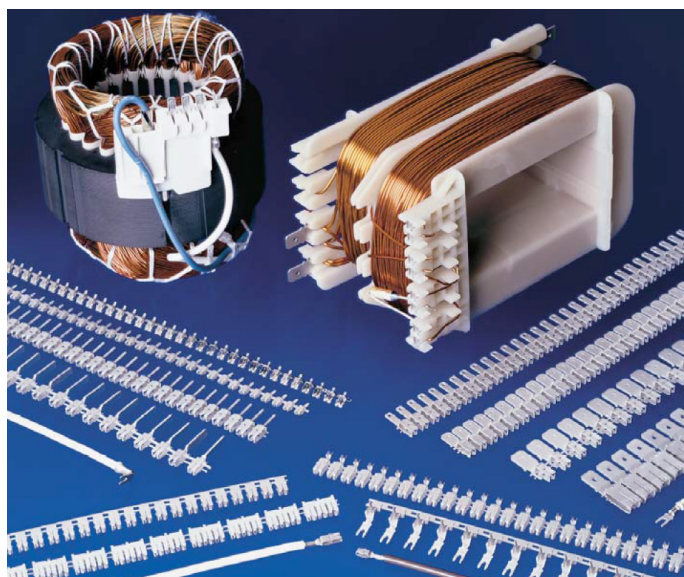
另一方面，许多不同应用领域对低压电力的需求日益增加。毫无疑问，电压越低，为达到所需功率，需要的电流就越高。因此就需要更粗的电线来承载更高的电流。低压电力应用领域的增长是一个稳定的、坚定不移的发展趋势：更多的自动化、更多的无绳设备、更多的电池组、更多的照明等等，不胜枚举。

另一个持续发展的趋势是不论漆包线尺寸如何，都将以创新为重点，以有效控制组装成本，同时提升漆包线连接的质量和稳定性。最重要的是，漆包线的连接和压接都必须可靠稳定。由于现场故障的高昂成本、声誉和客户关系损害的可能性，终端客户（OEM）都会优先服务于采用高质量产品的客户。产品质量和工艺越高，其转化为OEM的成本就越低。

自从引入漆包线后，常用的端接工艺是熔焊和钎焊。虽然有效，但这类热过程难以控制。此外它们要求高温，而高温可能损坏漆包线或元件。同时还需要耗时的机械或化学过程来对漆包线进行剥皮。

如今，为了更好地满足市场趋势要求，OEM必须研究分析不同的连接技术，节省开支，使工程师设计出性能良好的可靠产品。

TE Connectivity提供的解决方案，将通过机械过程带给您稳定的电气连接，而不影响漆包线的物理和化学性质。漆包线、压接机器和文档的匹配都通过系统方法实现；具有极高的可重复性和可靠性；并且能够帮助您降低实际成本。



TE Connectivity的IDC和Crimp产品

几十年来，TE Connectivity成功地推动了关于漆包线连接的卓越解决方案。TE的MAG-MATE端子和SIAMEZE端子以绝缘刺破式连接（IDC）技术为基础，AMPLIVAR接头和端子则通过卷曲压缩的方式端接漆包线。这些产品均无需对漆包线进行预剥皮。

经成千上万的应用证明，这些连接工艺可有效地替代漆包线的剥皮和焊接过程，正因如此，OEM才能在生产制造过程中使用高效耐用的产品。

在应对大批量原型产品生产或大量生产运行方面，TE长期以来一直被公认为是漆包线连接工具的领先供应商。TE提供从手动工具到大容量、全自动系统的整套工具，可满足全球绝大部分制造需求。

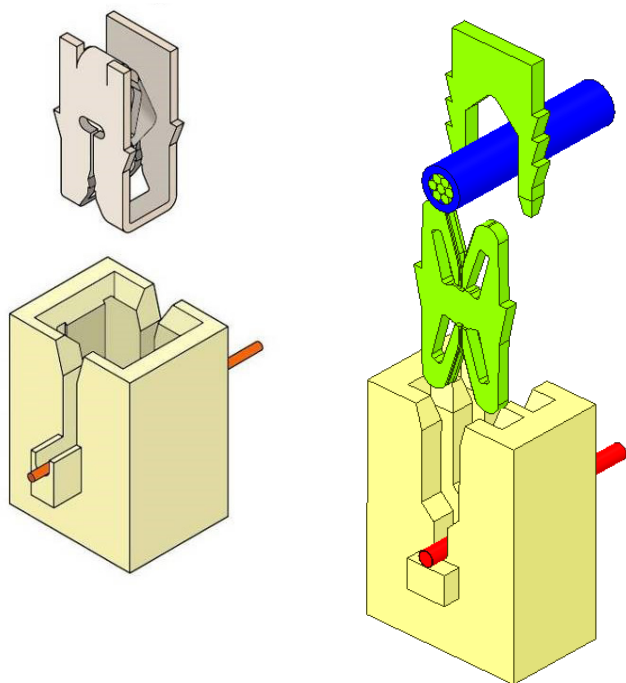


图1 - MAG-MATE
端接过程

图2 - SIAMEZE
端接过程

MAG-MATE端子和SIAMEZE端子

产品套件中设有用于容纳漆包线和MAG-MATE端子或SIAMEZE端子的塑料腔。腔可以预先和电机骨架设计为一体，或附接到漆包线区域中的叠片组。每个腔为一个矩形盒，在相对两壁上带有两个狭槽，和一个自底面向上延伸的塑料柱或砧座 - 见图1和图2。

在卷绕线圈期间或之后，漆包线横放入塑料腔的插槽中，然后通过轻微的摩擦配合或适当的弯曲进行固定，以防止松动。当完成上述操作后，将MAG-MATE端子或SIAMEZE端子从腔体上方插入。从腔体底部向上延伸的塑料砧座对漆包线进行支撑，以防止MAG-MATE端子或SIAMEZE端子插入时将漆包线拖下。插入完成后，端子由锁定倒钩固定在塑料型腔中。腔和端子的相对插槽式组合消除了接触界面的机械干扰。与端子插入柱塞同步的剪切刀片对多余的漆包线进行修剪，使其与塑料型腔外部平齐，同时，需要时也可将漆包线卷起塞入腔内。

若要求后者，则应在端子就位之前切断电线，以便端子将切断的漆包线尾部拖入腔的凹陷内。

MAG-MATE端接过程见图3，SIAMEZE端接过程见图4。

当进行插入时，端子的绝缘刺破式插槽将绝缘膜层从电线剥离，以进行稳定可靠的电气端接。在此过程中，漆包线和端子之间的摩擦移除了漆包线和端子插槽壁上存在的所有氧化物或其它污染物，从而形成一个干净的、金属对金属界面的、稳定密封的电气端接。

漆包线和插槽壁之间的大面积接触确保了高电流的可靠传导。端子中的残余弹簧能量使每个插槽的侧壁成为两个相对的悬梁。恒定的压力使接触紧密，从而形成可靠的长期连接 (图5)。

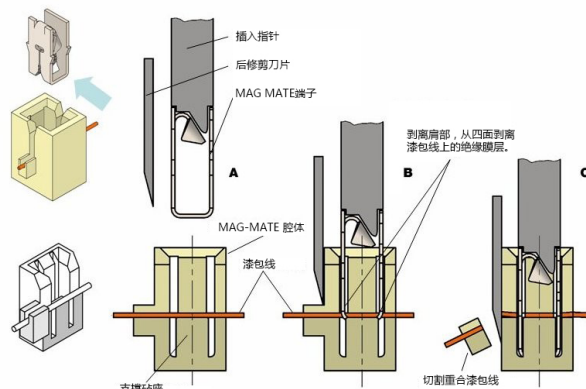


图3 - MAG-MATE端接过程

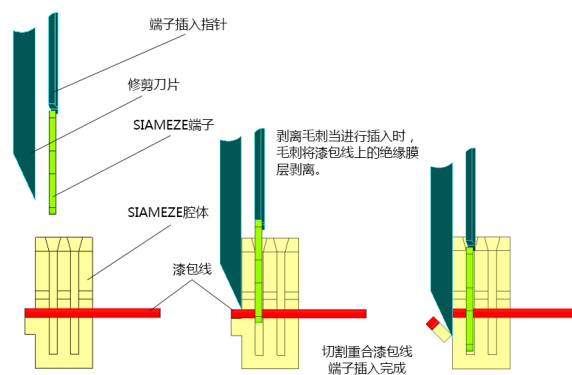


图4 - SIAMEZE端接过程

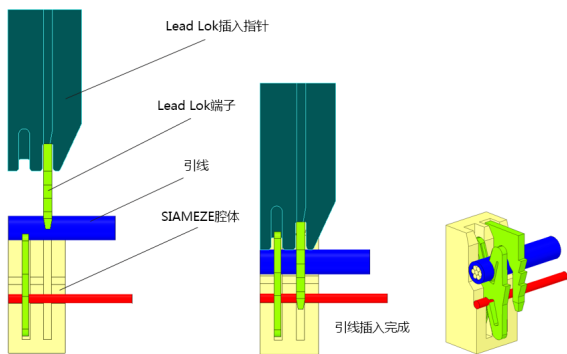


图4 - SIAMEZE端接过程 (续)

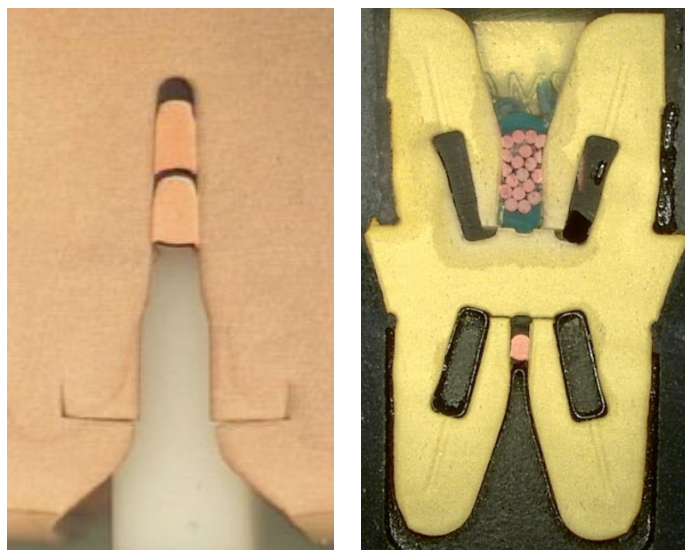


图5

左图：插入了漆包线的MAG-MATE端子

右图：插入了漆包线和引线的SIAMEZE端子

同一个插槽可端接多达两根直径相同的漆包线。

AMPLIVAR接头和端子

AMPLIVAR端子专门为漆包线与漆包线连接或者漆包线与实心绞线或绞合漆包线端接而设计 (图6)。

在精确控制的一步式压接过程中，漆包线推入锯齿刃内绝缘层被自动多环剥离。形成的压接具有高抗拉强度、高气密性以及与绝缘漆包线相同的抗腐蚀性。

AMPLIVAR端子和接头的压线筒内具有加工后带锋利边缘的锯齿。这些精密锯齿通过大面积接触的方式刺穿漆包线的绝缘层。一个接头中可同时端接多达3根漆包线 (图7)。

根据具体应用的不同，AMPLIVAR接头具有5、7、9三种锯齿版本可供选择，适用于100-22000CMA范围的的端接。

AMPLIVAR接头和端子的压接通过高产量的半自动压接机实现。

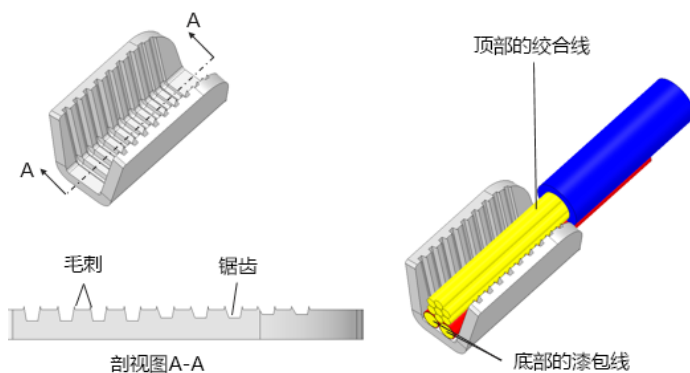


图6 - AMPLIVAR端接过程

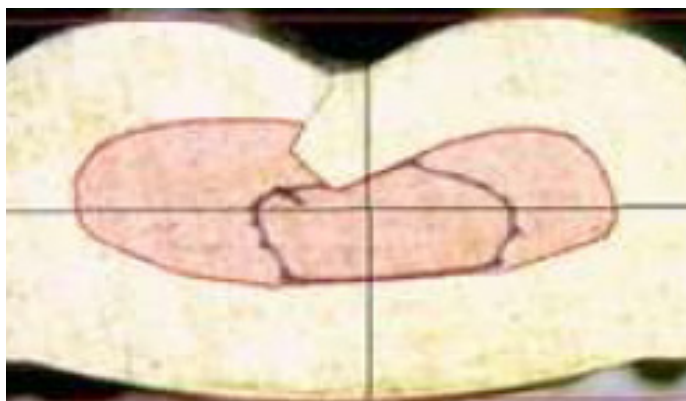


图7 - 可端接多达3根漆包线

典型接口

MAG-MATE端子、SIAMEZE端子以及AMPLIVAR端子和接头提供以下典型的接口设计，以与相关物件配合使用。每个连接可根据具体的客户要求进行定制。

接口	MAG-MATE	SIAMEZE	AMPLIVAR
RAST 2.5 - RAST 5	✓	-	-
FASTON	✓	✓	✓
MATE-N-LOK	✓	✓	-
PCB	✓	✓	-
压配/焊接	✓	✓	-
引出线	✓	✓	✓
环转矩	-	-	✓

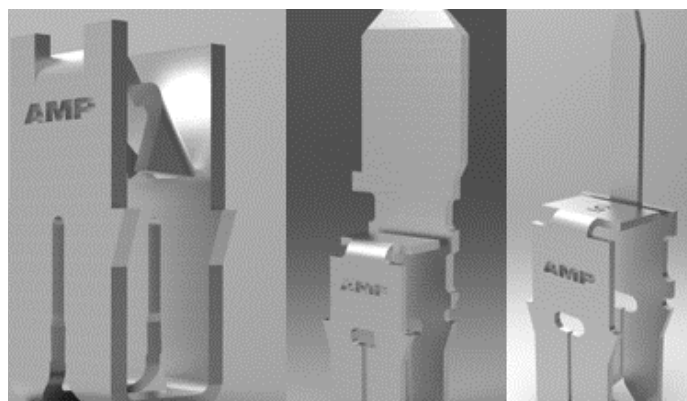


图8 - MAG-MATE端子示例

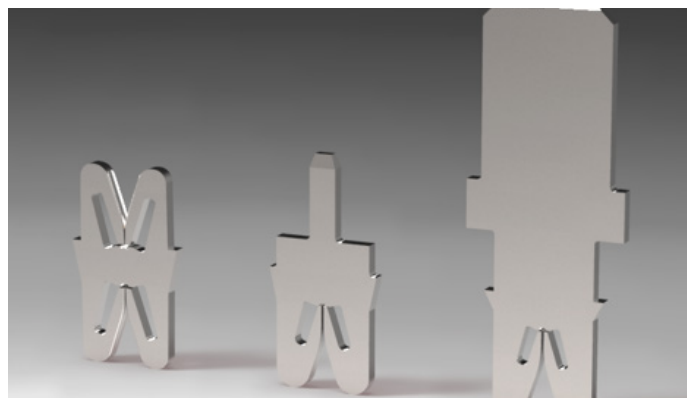


图9 - SIAMEZE端子示例

漆包铝线

现如今，要求将漆包铜线更换为漆包铝线的应用领域正不断增加，许多制造商也因此将其提上日程。

若仅考虑基础材料，我们可以看到，在实现相同的导电率时，成本降低了40%。

与规范化原材料等价的电导率成本指数 (%)
3年均值 (2014-2016)

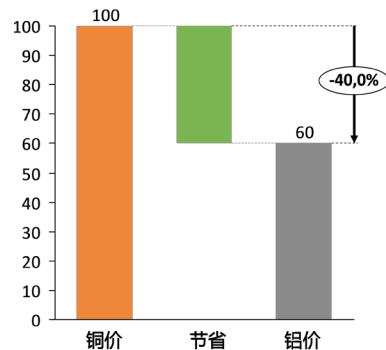


图10

实际成本节省量取决于最终产品规格和效率要求。若我们考虑的是一个由塑料骨架和漆包线绕组制成的简单线圈，使用漆包铝线可带来显著影响，极大的节省总成本。而对于一个较为复杂的装置，如一个完整组装的电机，相比于给定的当前价格，它可使成本潜在的减少约5%。

除此之外，铝还具有以下两个优势：

- 铝的重量是铜重量的1/3
- 铝具有快速的散热性能

端接漆包铝线：焊接与IDC/压接技术

焊接漆包铝线工艺并不可靠。此过程中存在一些需要严格控制而又非常昂贵的关键事项。顽固的氧化铝使得难以采用常规方法进行焊接。由于氧化层形成速度快且难以去除，因此必须使用助焊剂，以防止焊料润湿铝。而且，端接技术要求快速、高效、耐用和可重复；钎焊或声波焊接无法实现这些要求。

MAG-MATE端子以及AMPLIVAR端子和接头使市场用户体验到了可靠且可重复的漆包铝线端接工艺的优势。

漆包铝线端接对IDC技术提出了独特的挑战。环境和机械应力将使铝经历一个程度比铜更高的蠕变和应力松弛变化。漆包线生产厂家现已经能够通过铁合金化漆包铝线来最小化蠕变和应力松弛特性，但其成本要比传统铝线高得多。相对而言，MAG-MATE IDC端接可通过设计弥补铝材料性能上的缺陷，而不影响

铝合金价格、漆包线重量 – 或端接质量。

TE已通过研究对漆包铝线长期成功IDC端接的因素进行了验证。

这些研究结合了环境和机械应力，并评估了以下影响：

- IDC插槽内的漆包线位置
- IDC插槽的兼容性
- 端子的电镀材料
- 应变消除功能

这些测试表明：在端接过程中，只要制造商采取一定的预防措施，漆包铝线上的MAG-MATE端子将具备非常稳定的性能。为确保铝线的成功端接，制造商：

- 不得将漆包线过度插入IDC插槽中。
- 必须在塑料护套中加入应变消除功能。

为确保在端接过程中使漆包线留在接头插槽的兼容区域中，TE工程团队为应用程序指定了最佳的插入深度（图11）。

除此之外，还需要一个应变消除机构。但无论如何，测试也表明，漆包线和塑料腔插槽之间的过盈配合可以提供一个妥善的解决方案。

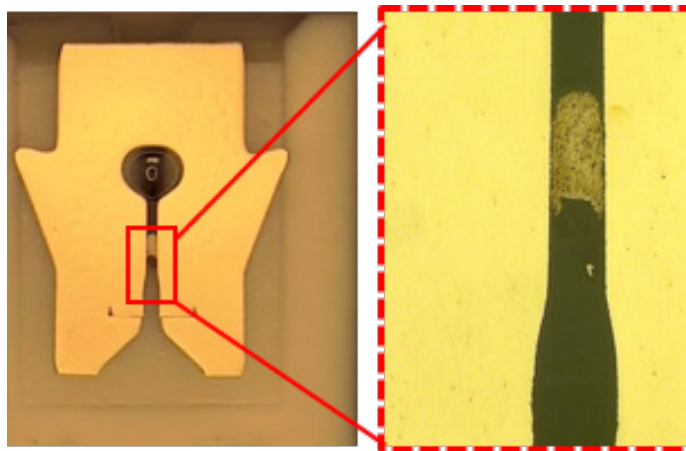


图11 – 某一应用的最佳插入深度

对于AMPLIVAR端子和接头，可端接漆包铝线或漆包铜线或两者组合（图12）。需要时，漆包铝线或漆包铜线可与标准预剥皮实心线或绞合引线组合端接。

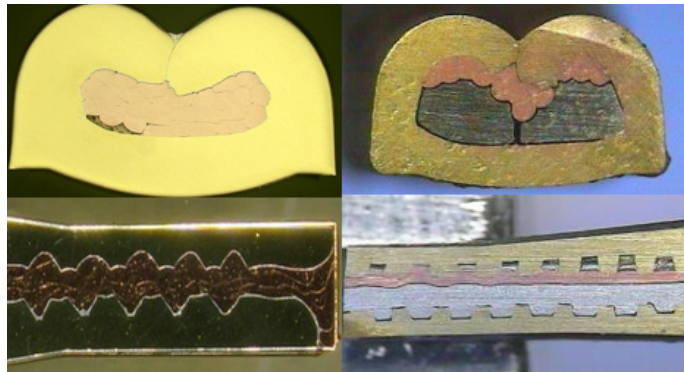


图12

应用工具

有关端接MAG-MATE、SIAMEZE和AMPLIVAR的更多详细信息，请访问www.tooling.te.com。

结论

利用IDC和压接技术端接漆包线具有标准钎焊/熔焊工艺无法满足的实际优势：

- IDC和压接工艺消除了通常与热式端接相连时产生的冷焊点、焊接烧伤和焊丝脆化。
- 漆包线消耗量低，消除了由焊剂或热损伤造成的废品。
- 无化学物品，无需对高温/烟雾进行安全防护。
- IDC和压接工艺确保了连接时不损坏漆包线的电气和化学性能。
- 连接更灵活，IDC和压接工艺可端接漆包铜线、漆包铝线和铜铝组合漆包线。

- 质量提升 – 采用TE提供的完整端接解决方案包：触点端子+腔体设计（若适用）+组装机+文件，实现对连接的完全控制。
- 可控式端接，具有最佳的可靠性。
- 通过IDC和压接端接，漆包铝线可用于线圈和绕组 – 可将等效的铝电机成本降低5%左右。

更多支持与帮助，欢迎与TE联系。

我们将为您提供多种不同的服务：

- 使用六西格玛工具进行面向当地和全球市场的产品开发和维护。

- 在设计周期中及早参与并与当地和全球客户共同开发。
- 具有CNAS、UL和VDE认证的国际级测试和故障分析实验室。
- 模拟能力，包括结构、电气和热能。
- 根据您的要求进行工装选择/开发；TE将在现场对工装进行设置、认证和维护，或者使用推荐的工厂级服务。

基于互连技术的丰富经验，TE将IDC/压接技术的主要优点最佳地应用于漆包线连接，从而潜在地简化设计活动、加快生产流程、提升质量，最终提高盈利能力。

te.com

FASTON、MATE-N-LOK、MAG-MATE、SIAMEZE、AMPLIVAR、AMP、TE Connectivity、TE Connectivity (logo) 和Every Connection Counts是TE Connectivity Ltd集团公司的商标。本文中涉及的所有其它商标、产品和/或公司名称可能是其各自所有者的商标。

此处提供的信息，包括仅作演示目的的图纸、插图和原理图，均被视作可靠。然而，TE Connectivity对其准确性或完整性不作任何保证，并且不承担与其使用有关的任何责任。TE Connectivity的义务应仅如TE Connectivity的“关于本产品销售的标准条款和条件”中所述，在任何情况下，TE Connectivity不承担因出售、转售、使用或误使用本产品引起的任何偶然、间接或连锁损失。TE Connectivity产品的用户应进行自身评估，以确定每类产品对具体应用的适用性。

© 2017 TE Connectivity Corporation. 保留所有权。

1-1773932-7 02/17 原版