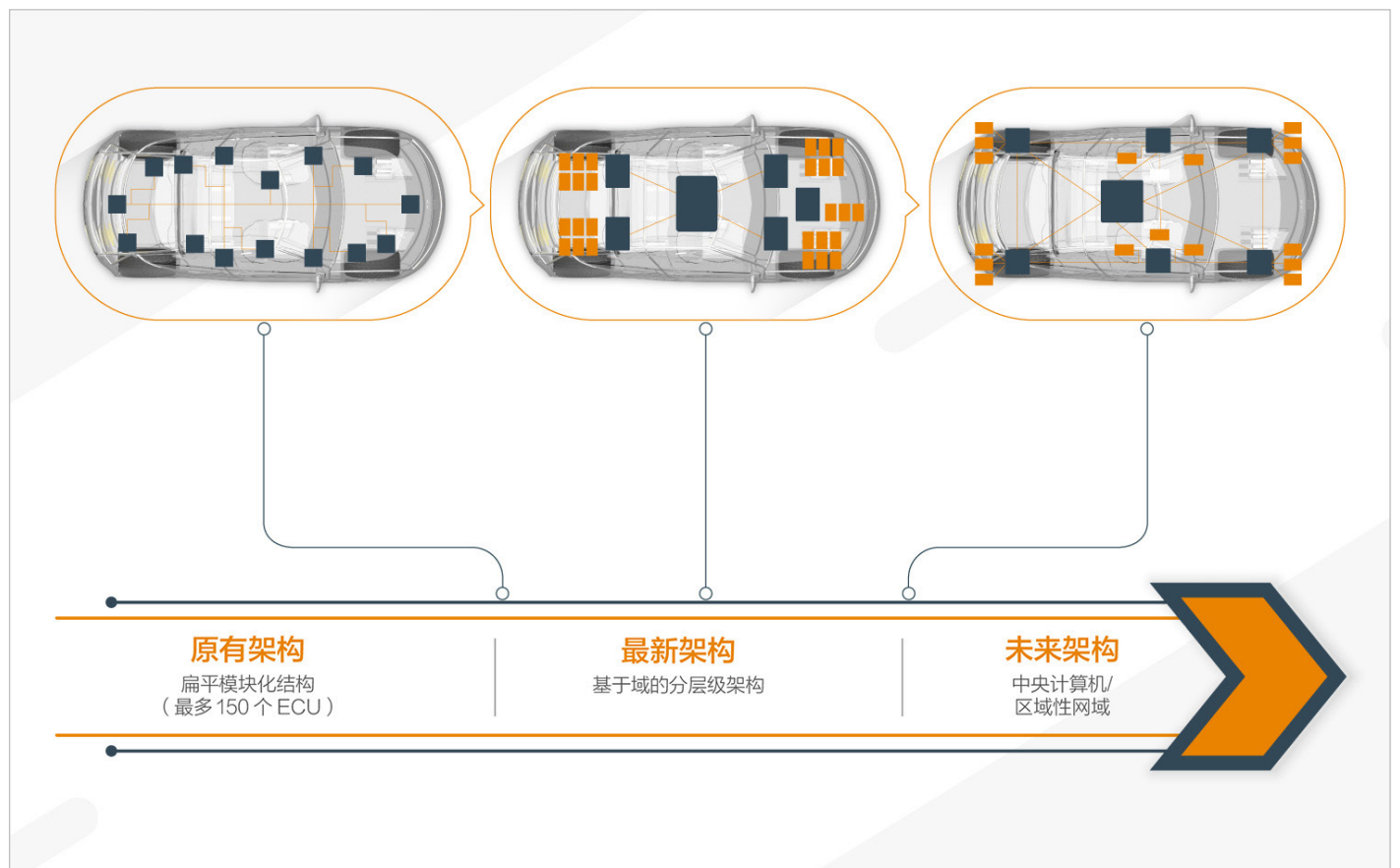


# 下一代汽车 E/E 架构中的连接



## 概要

今天，汽车 E/E（电子/电气）架构的扩展已经接近极限，行业开始向以集成化为导向的服务方法转型。本文将研究物理连接在实现这些新架构的设计和优势方面的作用。具体而言，我们将重点关注混合型连接器组件的设计价值，即对线束装配自动化以及对进一步的 ECU 整合的支持，并将研究 TE Connectivity（TE）解决方案案例。

### 1.向“智能”架构转型

新车购买者将对新车选择的过程了如指掌，包括选择各种功能、特性和附加组件。

一般来说，这些选项包括油漆颜色、内饰材料；但如今，涉及电子安全、方便、娱乐和通信的选项日益丰富。

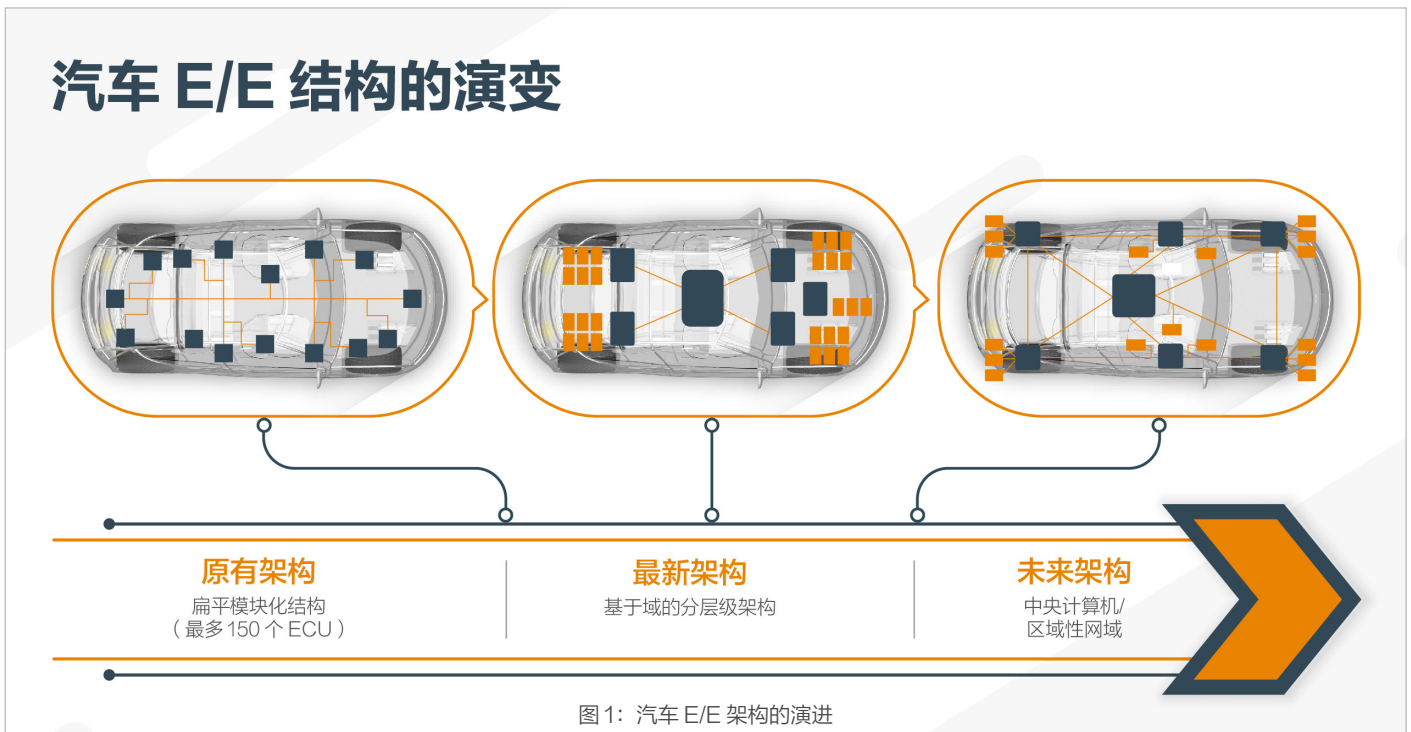
购买者通常只需通过“拖放”在线配置工具即可进行选择，无需踏入汽车展厅。然而，消费者不知道，要实现他们所选择的特性，我们需要在“引擎盖下”完成何等复杂的设计——每辆车都必须配备专门定制的 E/E 架构系统，以实现具体的选择方案。

新生代的汽车消费者越来越期望享受完全可定制的驾驶或乘坐体验。

为了满足消费者的这些需求，汽车行业引入了越来越多的新特性和功能。这使得传感器、执行器和电子控制单元（ECU）的数量不断增加，软件代码达到了数百万行。而事实上，现代汽车内部可能包含150多个ECU，电路总长达到5公里；主线束更是重达80公斤，常常是车辆中第三重的部件。

不过，汽车行业已经意识到，目前汽车 E/E 架构的复杂性已接近了扩展的极限。业界目前正在探索一种新的方法，将车辆从扁平化、高度分散的 E/E 架构转变为更集中的“域”或“区”架构。

这种 E/E 架构转型将基于以下核心原则：



#### 1.整合/集成化

独立的专用ECU提供多种功能服务，涉及多达200个软件供应商；现在，我们将其整合到强大的集成式平台上。这种平台的特点是，能够减少软件实例的数量，具有更丰富的多功能性，可以支持日益涌现、相互依赖的自动驾驶功能。

#### 2.接线优化

采用新的网络拓扑结构，以减少复杂性、电缆长度、重量和成本。

### 3.由软件驱动的、面向服务的架构

向面向服务的架构演进。其中，ECU的传统角色将由通用操作系统上的特定服务软件执行，该软件可以根据新的安全或安保要求以无线方式轻松完成更新。

要实现上述预期，需要建设新的高速通信网络，从传统的总线架构转向基于以太网的现代骨干网。

除了减少物理复杂性，这种集中化设计还引入了一些重要的技术和商业驱动因素。

随着自动驾驶功能的不断增加，要向自动驾驶演变，我们需要大规模计算能力、跨越多个相互依赖功能的高速网络、高水平的功能冗余以及强大的网络安全和持续更新能力。

此外，售后市场的扩展和追加销售也会让整车厂受益；这在以前是难以实现的，因为我们需要整合额外的硬件并对其他线路进行修改。从理论上讲，如今有了这些新架构，我们可能只需通过空中（OTA）更新即可“开启”新功能。不仅如此，新架构还可带来一些其他优势，包括新软件功能的售后采购、实时车辆诊断以及新商业模式（基于销售车辆所生成的数据）。

## 2.连接方案在集成式 E/E 汽车架构中的作用

连接方案一直是汽车 E/E 架构设计的一个关键推动因素。连接器系统需要在传感器、ECU和执行器之间提供高度复杂且可靠的连接——通常要承受极端的高振动/高温环境。近来，随着电线尺寸的缩小，以及现代汽车内部空间限制的增多，连接器技术必须克服这些挑战，同时兼顾大量电子设备的要求及布线要求。同时，连接器的装配设计还需要遵守关于插入力的规定，以保护装配线工人的健康。

因此，无论是应对关键的设计挑战，还是发挥汽车 E/E 架构的优势，连接器解决方案都扮演着重要角色，同时朝着更集成化的设计方向发展。特别是，随着功能安全措施的重要性日益提升，手工制造的线束可能无法再满足业内的可靠性要求。

## 3.混合连接

如前所述，在系统迈向更集中的网络化 E/E 结构的同时，ECU 的数量随之减少，而传感器和执行器的数量将继续增加。因此，布线拓扑结构将从多个独立的点对点连接演变为数量较少的一对多连接。这提出了一个日益显著的需求——ECU需要适应与多个传感器和执行器建立连接。为满足这一需求，我们需要提供混合型连接器接口，即在一个连接器外壳中同时容纳信号和电源连接。

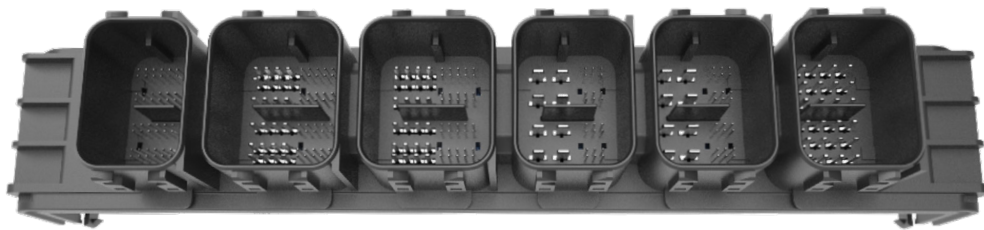


图 2：如：发动机管理ECU的254位混合板端连接器：

• 160 x NanoMQS (0.5mm) • 78 x MCON 1.2mm • 16 x AMP MCP 2.8mm

此外，由传感器驱动的相互依赖型ADAS和自动驾驶功能日益增多，因此混合连接需要为数据连接提供支持。例如，用于摄像头、传感器以及ECU网络的同轴和差分连接。



图 3: Generation Y 68P密封型混合直插式连接器。Generation Y 0.64mm和MATE-AX 小型化同轴连接器，用于独立低压电源和信号连接器与传统数据连接方案一起运行的应用。典型应用包括高分辨率相机和显示器、天线连接、视频和传感器信号的传输。

[了解更多](#)

### 3.1.混合型连接器的设计要求

ECU需要高引脚数的连接（超过250位），其中约75%的电路专用于低功率信号连接，其余电路专用于产生更多热量的高功率连接。此类连接器有诸多关键设计要求。

在汽车设备中，由于功能集成度不断提高，功率密度也在不断增加。如果采用旨在管理散热的主动冷却方案，则内部功率越大，意味着从接口传入设备的热量越少。此外，需要先进的热仿真，以便在间距和分离方面对连接器插座进行智能设计，确保所需的热量管理，同时最大限度地减少电线截面、连接器尺寸和PCB占用面积。

此外，如果连接器还包含数据通信连接（除了电力连接），那么在增加功率密度的同时还需要进行EMI（电磁干扰）模拟。这为电源和数据终端之间的间距以及整个连接器配置方面的优化设计提供了支持。

在板端或公端连接器内，大量的针脚更容易暴露在外，当连接器与异物碰撞时，很容易发生预弯曲。因此，可能需要针脚保护板来保护针脚，以免在配接过程中出现错位，而导致损坏。此外，Koshiri 和其他引导性配接功能同样必不可少，它们可以消除配接过程中可能造成插针损坏的“杵伤”风险。

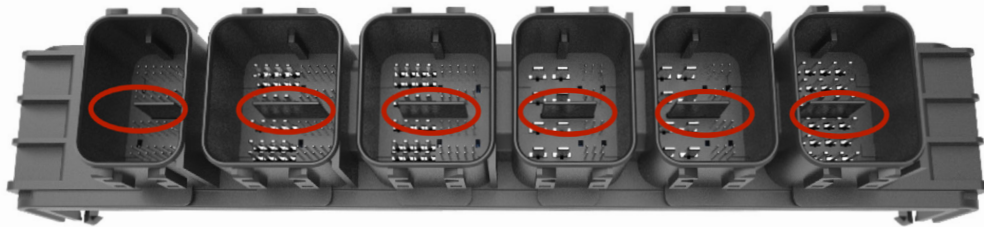


图 4: Koshiri设计和导肋

最后，根据定义，混合型连接器具有来自两个或多个连接器系统的连接器接口。因此，强烈建议从拥有连接器系统组合的供应商那里采购这种混合型连接器解决方案，因为这些连接器系统在导线、密封和配接装置方面已经过多家整车厂的验证。

### 3.2. 块体加载操作

随着 ADAS 功能的增加以及高安全完整性等级 (SIL) 功能的自动化, 物理车载网络将发挥越来越重要的作用。今天, 汽车的 E/E 架构由复杂而沉重的电缆和设备网络组成, 需要通过许多手工生产步骤来完成生产和组装。这种做法难免出错。



图 5: TE Connectivity Ocean 2 压接机

因此, 业内期望在线束装配过程中尽量减少手工作业量, 以消除或减少潜在的出错风险。例如“组块接插”操作, 它涉及将多根端接的导线自动插入多腔连接器外壳, 并对每次插入的准确性进行监控和记录。

在这一方面, 连接器系统在实现新型 E/E 架构的自动化线束组装上发挥了关键作用。TE Connectivity 开发了一系列基于其 NanoMQS、MCON 和 AMP MCP 接触系统的标准化连接器组件, 这些系统旨在支持机器加工以及相关的线束压接工具 (压接机)。

### 3.3. 针对组块接插操作的连接器设计

连接器外壳设计的主要设计原则在于插入腔的形状和大小。腔室的数量也是一个关键因素, 因为腔室间距越小, 自动化外壳装配就越复杂, 例如现在经常使用的多排外壳。因此, 插入腔的网格尺寸 (包括接触行数) 也是设计中的一个重要的考虑因素。此外, 密封等其他因素也应予以关注。



图 6: TE Connectivity NanoMQS 18 位连接器的外壳

### 3.4. 外壳装配模拟和测试

TE Connectivity 与机床制造商合作, 模拟外壳装配过程, 以验证基本插入过程的可行性, 并模拟插入触点的行为, 防止斜插等插入错误。

随后, 机床制造商使用现有工具机 (压接工具) 和原型进行装配试验, 验证外壳模拟的结果。相关试验包括记录插入过程中的力-位移模式和拉动测试, 以验证所需的触点锁定和固位力。

在开发和调试连接器系统组件及其相关的压接工具之前, 必须满足这些设计准则。

### 3.5. 混合型连接器的组块接插操作

模块化也是 **TE Connectivity** 外壳组装自动化基本设计指南的一个关键部分，对混合型连接器尤为重要。该指南支持在一个框架内组合各种标准化连接器模块。然后，线束分支可以自动组装成模块；完全组装以后，可以进行自动插入和检查。

此外，**TE Connectivity** 还开发了一套灵感来源于“交通信号灯”的连接器的设计指南，明确了决定混合型连接器的组块接插适用性的参数。

设计元素	参数	块体加载操作
接触排数	单排/双排模块	●
	多排 (>2) 模块	●
模块长度	≤ 60mm	●
	≤ 100mm	●
	> 100mm	●
电缆-横截面的组合	0.13mm <sup>2</sup> 至2.5mm <sup>2</sup> 的组合	●
	4mm <sup>2</sup> 和6mm <sup>2</sup> 的组合	●
	> 6mm <sup>2</sup>	●
电缆横截面尺寸范围	0.13mm <sup>2</sup> 至2.5mm <sup>2</sup> 的组合	●
	4mm <sup>2</sup> 和6mm <sup>2</sup>	●
	> 6mm <sup>2</sup>	●
触点类型的数量	≤ 3	●
	≤ 5	●
	> 5	●

- 根据DIN 72036标准
- \*DIN 720规定不得超过 2.5mm<sup>2</sup>。如横截面超过此限制，应与 OEM 协商
- 该指南仅适用于柔性和阻燃 (FLR) 导线

### 4.前景

E/E架构正向更简单、更统一的结构转变，这一转变首次为降低物理网络的规模和复杂性提供了机会，同时也推动每个模块之间的接口实现标准化。此外，E/E架构的日益数字化将使完整系统模拟成为可能。因此，工程师在考虑数以千计的功能系统要求的同时，应兼顾可能被忽略的关键设计规则。例如，在可预见的未来，信号、数据和电源的相互依存关系可以在设计的早期阶段使用人工智能对其进行分析，以实现E/E架构及其物理层的最佳布局。

由热模拟和EMC模拟提供支持、并针对线束自动化（包括组块接插）进行了优化的混合型连接器设计，将是这种转变的关键推动因素。

基于这些设计原则，TE Connectivity开发了一系列支持信号和电源传输的标准化连接器组件，同时也在为不同类型的数据连接开发更先进的连接器组件。

此外，TE还与机床行业开展合作，帮助汽车制造商充分利用基于线束简化设计的混合型连接器的优势，以优化线束加载过程的自动化，如组块接插。

### 联系我们

正文副本：您可轻松联系到我们的专家，TE随时可以为您提供任何支持。

请访问 [www.te.com.cn/support](http://www.te.com.cn/support)，联系我们的产品信息专家。

#### te.com.cn

Generation Y、NanoMQS、AMP MCP、MATE-AX、Ocean，以及TE Connectivity、TE connectivity（标识）和Every Connection Counts均为商标。本文件中的所有其它标识、产品和/或公司名称可能是TE Connectivity集团公司拥有或授权的商标。

本白皮书中的信息，包括仅为说明产品目的而使用的图纸、插图和图表，据信为可靠信息。但是，TE Connectivity不对这些信息的准确性或完整性做出任何保证，并且不对这些信息的使用承担任何责任。TE Connectivity的义务仅限于针对本产品制定的TE Connectivity标准销售条款和条件中所规定的义务，且在任何情况下，TE Connectivity均不对因销售、转售、使用或误用产品而产生的任何附带、间接或结果性损害承担赔偿责任。TE Connectivity产品的使用者应自行评估并确定每种产品是否适用于特定用途。

© 2022 TE Connectivity版权所有。

03/22 第一版

#### 白皮书

TE Connectivity 中国  
古美路1528号 A5幢  
中国 上海