



模块化连接器为自动化创新扫清道路

汽车电气/电子架构的复杂性令人难以置信。不仅如此，为了向消费者提供更先进的功能，会不断添加更多设备、数据通信和电源电路，从而令该架构愈加复杂。

现今车辆中的车身线束可包括 2,000 多条线束和 600 个连接器。由于这些线束尺寸不一，灵活多变，组装过程极难实现自动化，仅仅一根线束就可能需要工人手动组装 40 到 80 个小时。

向模块化连接器转变，这对于更大程度地实现线束组装的自动化而言至关重要。模块化连接器支持简化的线束组件生产、自动插拔并能够更好地控制质量。理想的模块化连接系统将在连接数量和类型方面提供较大的灵活性，同时保持与自动化系统适配的标准化尺寸。若设计合理，这一创新可以在组装自动化方面释放无限可能。

挑战重重

为了满足消费者的需求，汽车制造商正不断为其车辆添置先进功能。虽然这些功能通常由软件赋能，但软件需要传感器从外界获取数据，同时还需要执行器来执行软件定义的操作。车辆中的所有设备及外围设备都离不开数据通信连接和电子线束。

当然，软件还需要计算硬件。按照传统，OEM（整车制造商）会在每次引入新功能时添加一个发动机控制单元（ECU），但随着添加的功能数量愈加庞大以及由此产生复杂的 ECU 和设备网络，这种方法已经变得难以为继。

针对于此，业界做出了以下两项关键转变来简化车辆架构：区域架构和中央计算，这两者都是安波福提出 Smart Vehicle Architecture™（智能汽车架构）的关键。一辆车上的所有设备最后连接到几个区域控制器上，这些区域控制器将数据整合到通向中央计算模块的主干总线上。中央计算系统使用复杂的算法计算各个 ECU 传输过来的数据信号。总而言之，这些变化简化了电气/电子架构，同时将线束划分为更小、更易于管理的区域。

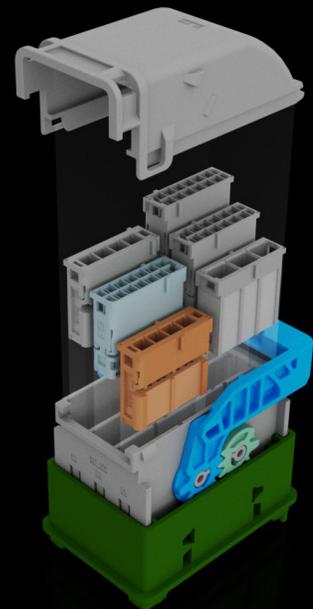
然而，为了实现区域架构和中央计算，在有限的空间内，需要提高区域控制器功率传输密度。

此外，与车辆区域控制相关的子线束为提高自动化程度提供了机会，但印象中，传统连接器的设计刚开始并未考虑到自动化需求。未来几年，劳动力成本预计将持续上升，而劳动力供应量预计将持续萎缩，因此自动化将成为生产领域的重要因素。除此之外，汽车行业正在寻找利用自动化的方法，通过拉近线束生产和车辆组装的距离来更好地管理供应链风险。

整个蓝图中缺失的部分就是一种新型连接器，它可以实现自动化、实现所需的连接器密度并满足当今架构的所有要求，同时为 OEM 提供其个性化架构设计所需的灵活性。这就是模块化连接器的用武之地。

理想之选

模块化连接器允许将不同类型的连接组装到同一外框架中。



模块化变革

模块化连接器彰显了一种简单而强大的理念。模块化连接器使用标准尺寸和标准形状的连接器和（通常为矩形），一个模块可能容纳三个 4.8mm 端子，也可容纳 26 个小型 0.5mm 端子。因此，若使用模块化方法，矩形连接器模块的外围尺寸将完全相同。

下一步是为这些模块创建标准外框架。典型的外框架可能容纳四个模块，不过有的外框架可以容纳多达八个模块，有的也可以只容纳一个模块。

理想情况下，外框架的设计应能够实现平稳的连接，保证每个模块四个角的位置锁止到位，就像 Housing 和 Header 对配的那样。

模块化、不同低压 PIN 之间的组合以及低压 PIN 和高速数据 PIN 的混合

为了应对不同的挑战，推出了几种主要类型的汽车连接系统：

- 模块化连接系统由多种类型和尺寸端子组成，并且与多种标准的模块相配合，按照要求把这些模块摆放到外框架中
- Mixed 连接系统结合了多种低压端子尺寸（例如，1.2、0.50、2.8 等）
- Hybrid 连接系统将高速数据端子，信号端子和大电流端子相结合（例如，H-MTD[1]®, MCA）

混合搭配

标准外框架可设计为容纳不同数量、不同方向的模块，具体取决于设计要求。



模块化连接器的优势

与其他类型相比，这种连接器的连接方法有几个主要优势：

模块自动插拔。由于模块化连接器可用于在线束组装过程中自动插拔，因此可以降低线束插拔过程中损坏的风险，进而我们可以降低线径。线径越小，重量越轻，成本就越低。

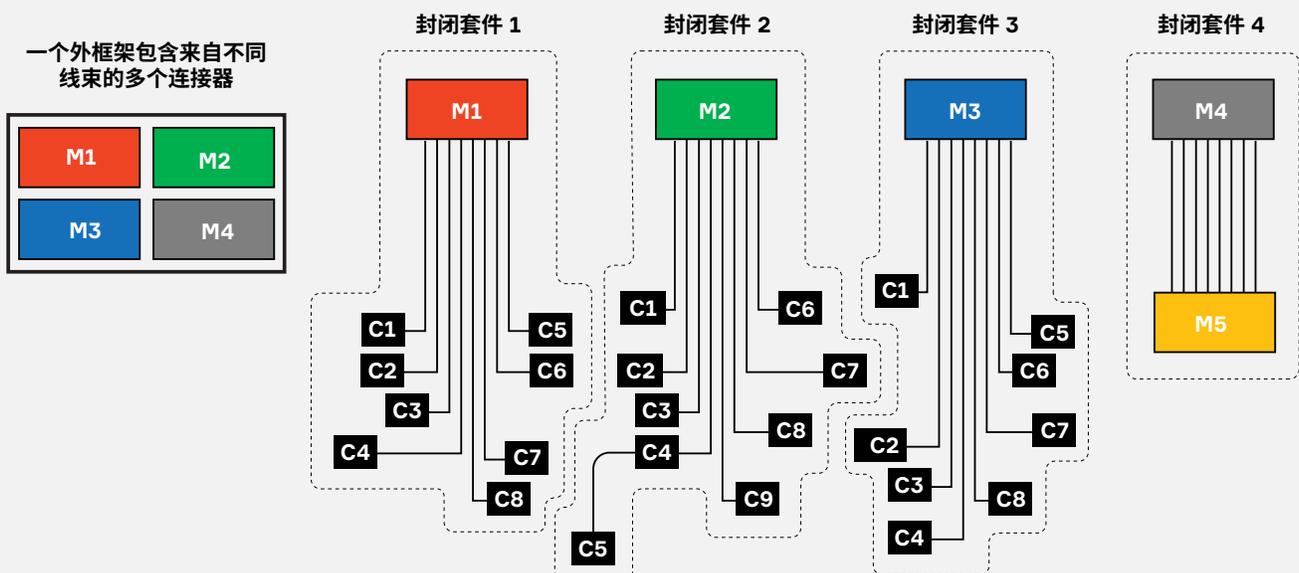
端子组合多样性。通过端子的各种组合，模块化连接器还可以满足多种 I/O 接口需求的设备。这种组合还可以满足设备要求的理想 I/O。

灵活性。有了各种可供选择的外框架，制造商就可以选择一个最适合其设备形状和 I/O 接口数量的外框架。由于外框架可与任意模块配合使用，因此制造商可以根据需求更换使用不同的模块。鉴于数据需求会随时间增长，数据标准会不断发展，这一点尤为重要。

较小的线束套件。区域架构对车辆的电气/电子架构进行了划分，制造商还可以将这些区域细分到更小的子线束。每个子线束插入一个模块，并且这些模块被摆放在一个外框架内，通过该外框架可以连接到区域控制器。

线束细分

一个外框架可以容纳多个连接子线束的模块。子线束更容易处理，且支持组装自动化。



自动化的兴起

模块化连接器非常适用自动化策略。标准形状和尺寸的连接器和外框架易于机器人抓取和组装。随着组件越来越“小型化”，如果它们变得太小会带来一个问题，则会令操作工处理难度增加；这恰恰是模块化连接器自动化组装的意义所在。

而且，相较于一整根线束，其中的一条子线束对机器人来说并不那么难以操控。成套设计是线束和架构设计的一个重要组成部分，模块化连接器支持创建简化的成套线束 — 质量可控，提高每根线束接插对应孔位的准确性，减少返工。

打印在模块上的二维码可以让机器人读取代码并验证模块需要放置的位置。此外，通过在模块上打印二维码，一切都可以轻松追踪。[可追溯性](#)是确保这些关键车辆部件质量的关键。

结语

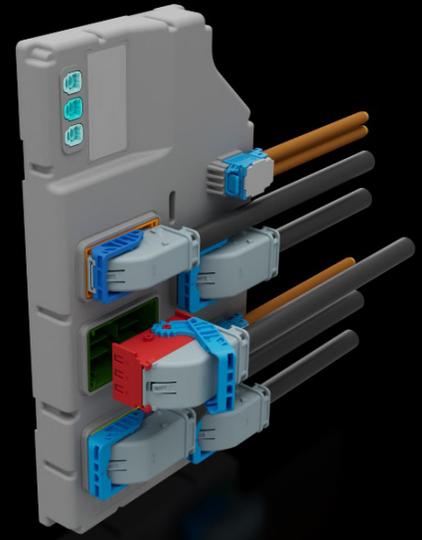
为了最大限度地发挥自动化的优势，连接器设计必须与其端接的电气分配系统紧密协同。凭借这两个领域内长期积累的专业知识，安波福致力于将低压线束的组装自动化率从 2023 年的 15% 提高到 2030 年的 60% 以上。

模块化连接器对实施该战略至关重要。模块化连接器不仅可以实现整套自动化组装和自动填充，而且由此产生的更小的线束更便于机器人处理 — 这意味着它们可以处理更多的胶带、应用更多的车身卡扣，并且一般情况下还可承担更多以前必须手动完成的组装任务。安波福的测试表明，机器人的工作速度也将提高两到三倍。

作为车辆大脑和神经系统的唯一供应商，安波福独具优势，能够在大脑和神经系统交汇的这一领域引领行业发展，并且还有更多的创新，未来可期。

即插即用

只需摆动一次杠杆，即可将包含许多个模块的外框架与已经嵌入域控的 Header 进行连接。



作者简介



Andreas Urbaniak
高级产品工程师

Andreas Urbaniak 负责监督模块化连接器的设计，与安波福各个团队及客户一起协同开发产品和工艺技术以满足客户需求。他已在安波福工作 20 余年，负责开发新型及创新产品，包括支持 48V 的小型化外框架系统以及连接器密封元件。



Marek Manterys
高级经理 — EDS 核心工程、制造工程策略和自动化

Marek Manterys 在安波福负责制定、控制和实施自动化 EDS 制造路线图，确保其符合客户需求并将其推广到制造运营中。他已在安波福工作超过 16 年，担任技术工艺创新经理和 EMEA 制造卓越中心经理。



Tony Knakal
传统互连产品线总监 — 美洲

Tony Knakal 负责安波福的全球外框架业务，确保安波福拥有合适的产品来满足客户现在和未来对低压互连的需求。Tony 于 2020 年加入安波福，负责为高压和低压互连解决方案提供支持。在加入安波福之前，Tony 曾在汽车锂离子电池以及国防工业领域担任产品和项目管理职务。

详情请见 [APTIV.COM/CONNECTION-SYSTEMS](https://www.aptiv.com/connection-systems) →